VATT-KESKUSTELUALOITTEITA
VATT-DISCUSSION PAPERS

60

DATA ENVELOPMENT ANALYYSI TERVEYSKESKUSTEN TUOTTAVUUSEROISTA SUOMESSA VUONNA 1991

Kalevi Luoma
Maija-Liisa Järviö

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus
Government Institute for Economic Research
Helsinki 1994

ISBN 951-561-080-X
ISSN 0788-5016

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus
Government Institute for Economic Research
Hämeentie 3, 00530 Helsinki, Finland

Painatuskeskus Pikapaino Opastinsilta
Helsinki 1994

LUOMA, KALEVI JA JÄRVIÖ, MAIJA-LIISA: DATA ENVELOPMENT ANALYYSI TERVEYSKESKUSTEN TUOTTAVUUSEROISTA SUOMESSA VUONNA 1991. Helsinki, VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Government Institute for Economic Research, 1994, (C, ISSN 0788-5016, No 60) ISBN 951-561-080-X

TIIVISTELMÄ: Tutkimuksessa arvioidaan terveyskeskusten tuotannollista tehokkuutta ja panosten käytön taloudellisuutta data envelopment analyysin (DEA) avulla. Terveyskeskusten tuotoksia mitataan kuudella avohoidon suoriteryhmällä ja neljällä vuodeosastohoidon hoitopäiväryhmällä. Terveyskeskusten panosten käyttöä mitataan niiden käyttömenoilla, joista on vähennetty syrjäseutu- ja kalliinpaikanlisät.Tutkimuksessa sovelletaan tavanomaisten DEA-menetelmien lisäksi DEA-menetelmän muunnosta, jossa tuotosten saamien painojen alarajat määrätään arvioitujen tuotosten minimiyksikkökustannusten avulla. Kaikilla DEA-menetelmillä terveyskeskusten DEA-tehokkuuslukujen vaihteluvälit osoittautuivat huomattaviksi: riippuen käytetystä DEA-mallista, suhteellisesti tehokkaiden yksiköiden osuus vaihteli 13 prosentista 43 prosenttiin. Jos kaikki terveyskeskukset olisivat toimineet yhtä tehokkaasti kuin vakioskaala-oletukseen ja rajoitettuihin painoihin perustuvan DEA-menetelmän tehokkaiksi luokittelemat terveyskeskukset, olisivat terveyskeskukset vuonna 1991 voineet tuottaa silloiset suoritteensa 13 prosenttia pienemmillä käyttömenoilla. Pienissä, väestöpohjaltaan alle 5000:n asukkaan, terveyskeskuksissa DEA-tehokkuuslukujen keskiarvo oli muita terveyskeskuksia alempi. Asukasta kohti lasketut käyttömenot olivat yleensä korkeat niiden terveyskeskusten alueella, joiden tehokkuusluku oli alhainen.

ASIASANAT: terveyskeskus, tuottavuus, taloudellisuus, data envelopment analyysi

LUOMA, KALEVI JA JÄRVIÖ, MAIJA-LIISA: DATA ENVELOPMENT ANALYYSI TERVEYSKESKUSTEN TUOTTAVUUSEROISTA SUOMESSA VUONNA 1991. Helsinki, VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Government Institute for Economic Research, 1994, (C, ISSN 0788-5016, No 60) ISBN 951-561-080-X

ABSTRACT: In the study the productive efficiency of Finnish health centres is assessed by Data Envelopment Analysis. Output of health centres is measured by six types of outpatient visits and four types of inpatient days. Inputs are measured by total running costs of health centres corrected for input price differences. In addition to standard DEA-models the efficiency of health centres is assessed by the model where weight flexibility of DEA is reduced by setting lower bounds on output weights. These bounds are based on estimated minimum resource costs of outputs. The results show that there is considerable variation in productive efficiency among Finnish health centres. Input saving potential of health centres estimated with the help of the results of DEA-model with weight restirictions is 13 per cents. The smallest health centres tended to have lower efficiency scores than health centres on average. The running costs per capita tended to be high within catchment area of those health centres which had low DEA efficiency scores.

KEY WORDS: health centre, productive efficiency, cost efficiency, data envelopment analysis

Sisältö

	Sivu
1. Johdanto	2
2. Tehokkuusrintaman muodostaminen ja tehokkuuslukujen laskeminen DEA-menetelmän avulla	4
2.1. DEA-menetelmän tehokkuusmittojen esittely	4
2.2. DEA-menetelmän matemaattinen ratkaisu	7
2.3. Painojen rajoittaminen	8
3. DEA-menetelmän empiirinen sovellus	10
3.1. Aineisto ja muuttujat	10
3.2. Painorajojen määrääminen	11
4. Tulokset	13
5. Yhteenveto	21
Lähteet	
Liitteet	

1. Johdanto

Suomen julkisen talouden rahoitusongelmien vuoksi lähivuosina joudutaan sopeutumaan siihen, että julkisen palvelutuotannon taloudelliset resurssit vähenevät. Terveydenhuoltomenojakaan ei enää voida lisätä aikaisempien vuosien tahtiin. Suomessa kunnilla on keskeinen asema terveyspalvelujen järjestämisessä ja organisoinnissa. Kuntien verotulojen väheneminen, sosiaali- ja terveydenhuollon valtionosuuksien supistuminen ja valtionosuusjärjestelmän uudistus merkitsevät, että terveydenhuollossa aloitetut menojen leikkaukset ja voimavarojen supistukset jatkunevat myös lähivuosina. Kunnan mahdollisuudet vähentää terveydenhuoltomenoja heikentämättä palvelutasoa ja palvelujen saatavuutta riippuvat siitä, kuinka tehokkaasti kunnan terveydenhuolto on järjestetty. Lähivuosina julkisen talouden budjettirajoitteet tulevat olemaan niin ahtaat, että julkisen terveydenhuollon kehittämisen on ensisijassa perustuttuva voimavarojen käytön tehostamiseen ja tuottavuuden kohottamiseen.

Tuottavuuden arvioinnilla pyritään kuvaamaan, kuinka tehokkaasti panokset kyetään muuntamaan halutuiksi tuotoksiksi. Terveydenhuollosta kerättyjen tilastotietojen pohjalta tehtyjen tutkimusten mukaan terveydenhuollon tuottavuus on laskenut. Alanderin ym. (1990) mukaan sairaaloiden tuottavuus aleni vuosina 1981-1986 keskimäärin neljä prosenttia vuodessa. Terveyskeskusten suoritteiden yksikkökustannuksilla painotettu yhteismäärä suhteessa kiinteähintaisiin käyttömenoihin aleni 1980-luvun alkupuolella keskimäärin kaksi prosenttia vuodessa ja vuosikymmenen lopulla keskimäärin neljä prosenttia vuodessa (Luoma ja Järviö 1992).

Tuottavuustutkimukset voivat kohdistua paitsi tuottavuuden kehitykseen myös samanlaisia terveyspalveluja tuottavien yksikköjen välisiin tuottavuuseroihin. Aiempien tällaisten tutkimusten mukaan sekä sairaaloiden että terveyskeskusten välillä on Suomessa huomattavia tuottavuuseroja (Luoma ja Siimes 1989, Pekurinen ym. 1991, Luoma ja Järviö 1992, Uusimäki ym. 1993).

Terveydenhuollon tuottavuuden mittaamisen perusongelma on tuotoksen määrittäminen ja mittaaminen. Tavoitellun tuotoksen, asiakkaiden terveydentilan paranemisen, sijasta joudutaan terveydenhuollon tuotosta mittaamaan sen aikaansaamien suoritteiden avulla. Terveydenhuollon yksiköiden välisiä tuottavuusvertailuja vaikeuttaa toiminnan monituotteisuus: lääkärikäynnit, käynnit muun henkilökunnan vastaanotolla, erilaiset tutkimukset, leikkaukset, hoitopäivät tulisi muuntaa yhteismitallisiksi. Markkinahintojen puuttuessa terveydenhuollon suoritteiden yksikköhintojen määrittäminen ei ole ongelmatonta.

Perinteiset tuottavuuden arviointimenetelmät, esimerkiksi suhdelukumenetelmä tai tuotantofunktioon perustuvat menetelmät, edellyttävät sellaisten painojen määrittämistä, joilla erilaiset tuotokset voidaan aggregoida tai oletusta käytetystä tuotantoteknologiasta. Etukäteisinformaatio terveyskeskusten palvelutuotannosta on kuitenkin niin puutteellista, että painojen kiinnittämistä tai tuotantoteknologiaa koskevat oletukset ja ratkaisut ovat väistämättä kiistanalaisia.

Data envelopment analyysi soveltuu hyvin julkisen palvelutuotannon tuotannollisen tehokkuuden arviointiin useastakin eri syystä. DEA-menetelmää sovellettaessa ei tehdä

etukäteisoletuksia panosten ja tuotosten välisen riippuvuuden funktionaalisesta muodosta. DEA-menetelmä ei edellytä tuotosten tai panosten yhteismitallistamista etukäteen määriteltyjen painojen avulla. Tuotosten hinta- tai yksikkökustannustietoja ei tarvita: terveydenhuollon suoritteet voidaan ilmoittaa niille luontevina määrätietoina, käynteinä, hoitopäivinä tms. Toiminnan laatua kuvaavien muuttujien mukaanottaminen mahdollistaa muuten vaikeasti tuottavuusanalyysiin sisällytettävien laatutekijöiden huomioonottamisen. DEA-menetelmän avulla voidaan tehdä myös vaihtoehtoisia analyysejä eri muuttuja- ja yksikkökombinaatioin ja täten testata tulosten herkkyyttä muuttujia ja aineiston rajausta koskevien valintojen suhteen. DEA-menetelmää sovellettaessa kukin tutkittava yksikkö saa oman suhteellisen tehokkuusarvionsa, joka perustuu sen ja muiden yksiköiden toiminnan väliseen vertailuun, ei keskimääräisiin tai tavoitteellisiin vertailulukuihin.

DEA-menetelmän käyttö tuottavuuden arvioinnissa yleistyi 1980-luvulla nopeasti sen jälkeen kun Charnes ym. (1978) osoittivat, kuinka Farrellin (1957) esittämät tuotannollisen tehokkuuden mittarit voitiin laskea lineaarista ohjelmointia soveltaen. Terveydenhuollon DEA-tuottavuusvertailuissa tutkimuksen kohteena ovat olleet mm. sairaalat (Grosskopf ja Valdmanis 1987, Pedersen ym. 1987), hoito- ja sairaskodit (Nyman ja Bricker 1989) sekä perusterveydenhuollon yksiköt (Huang ja McLaughlin 1989). Suomessa DEA-menetelmän käyttö on vasta nyt yleistymässä. DEA-menetelmää soveltaen on Suomessa tutkittu terveyskeskusten (Luoma ja Järviö 1992), poliisipiirien (Martikainen 1993a), lukioiden (Kirjavainen ja Loikkanen 1993), kunnallisten kodinhoitoapupalvelujen (Luoma 1993) ja työvoimatoimistojen (Martikainen 1993b) tuotannollisia tehokkuuseroja.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka merkittäviä terveyskeskusten väliset tuottavuuserot olivat 1990-luvun alussa. DEA-menetelmää sovelletaan terveyskeskusten toimintaa vuonna 1991 kuvaavaan aineistoon. Tutkimus on jatkoa aiemmalle tutkimukselle (Luoma, Järviö 1992), joka kuvasi terveyskeskusten tuottavuuseroja vuonna 1990. Erona aiempaan tutkimukseen on tuoreemman tutkimusaineiston lisäksi se, että vuodeosastohoidon tuotosmittoina on nyt käytetty potilaslaskenta-aineiston avulla laskettuja neljää hoitopäiväryhmää aiemman tutkimuksen hoitopäivien yhteismäärän sijasta. Lisäksi DEA-menetelmää on sovellettu paitsi muuttuvien skaalatuotto- ja vakioskaalatuotto-oletuksilla, myös rajoittamalla tuotospainoja vakioskaalatuottojen vallitessa. Panosmittana on käytetty terveyskeskusten käyttömenoja ja siten kyseessä ei ole puhtaasti terveyskeskusten tuottavuuden arviointi, vaan pikemminkin niiden taloudellisuuden eli kustannustehokkuuden arviointi.

Tutkimuksen alussa esitetään DEA-menetelmän periaatteet tehokkuusrintaman muodostamiseksi ja tehokkuuslukujen laskemiseksi. Aineisto ja käytetyt muuttujat sekä painojen rajojen määrittäminen esitellään kolmannessa luvussa. Luvussa 4 esitetään tuloksia eri skaalatuotto-oletuksilla lasketuista tehokkuusluvuista sekä rajoitetuin painoin ja vakioskaalatuotto-oletuksin laskettujen tehokkuuslukujen jakautumisesta terveyskeskusten asukasmäärän ja sijaintialueen mukaan. Luvussa 5 esitetään yhteenveto tutkimuksen tuloksista ja niiden tulkinnasta.

2. Tehokkuusrintaman muodostaminen ja tehokkuuslukujen laskeminen DEA-menetelmän avulla

2.1. DEA-menetelmän peruspiirteet ja tehokkuusmittojen esittely

DEA-menetelmän avulla verrataan toimipaikkoja tai muita organisatorisia yksikköjä, jotka tuottavat samankaltaisia suoritteita (tuotoksia) samankaltaisilla resurssipanoksilla. DEA-menetelmän perusidea on ensinnäkin etsiä havaintojoukosta tehokkaat yksiköt, jotka muodostavat *tehokkuusrintaman.* DEA-menetelmä soveltaa Pareton optimaalisuuskäsitettä, jonka mukaan tuotantoyksikkö on suhteellisesti tehokas, mikäli ei ole toista yksikköä tai yksiköiden yhdistelmää, joka voi tuottaa enemmän jotain tuotosta tuottamatta vähemmän mitään muuta tuotosta samoilla tai vähemmillä panoksilla. Tuotantoyksikkö on siis tehoton, mikäli on mahdollista lisätä jotakin tuotosta lisäämättä mitään panosta ja vähentämättä jotakin toista tuotosta. Panosten käytön näkökulmasta tarkasteltuna yksikkö ei toimi tehokkaasti, mikäli on mahdollista vähentää jonkin panoksen käyttöä samalla lisäämättä toista panosta ja vähentämättä minkään tuotoksen määrää. Tehokkuusrintaman muodostavien yksiköiden sanotaan käyttävän panoksiaan teknisesti tehokkaasti.

DEA-menetelmän avulla tehokkuusrintama voidaan muodostaa joustavasti: tuotantoteknologialle ei etukäteen aseteta funktiomuotoa eikä juuri muitakaan rajoituksia. DEA-menetelmä edellyttää ainoastaan, että tehokkaiden panostuotosyhdistelmien joukko on konveksi, toisin sanoen kahden tehokkaan panostuotosyhdistelmän lineaarinen kombinaatio (painotettu keskiarvo) on osa tehokkuusrintamaa. Tehokkuusrintaman muodostamisessa lähtökohtana ovat havaitut resurssienkäytön ja tuotettujen suoritteiden yhdistelmät.

Tehokkuusrintama muodostaa vertailukohdan, johon eri yksiköiden toimintaa verrataan. DEA-menetelmä laskee kullekin yksikölle *tehokkuusluvun,* joka riippuu siitä, kuinka kaukana yksikön panosten käyttö ja aikaansaamien tuotosten määrä suhteellisesti ottaen on tehokkuusrintaman määrittämistä panos- ja tuotosmääristä. Tämän etäisyysmitan laskemisessa käytettävä menetelmä on lineaarisen ohjelmoinnin sovellus. Kunkin yksikön vertailukohta DEA-menetelmällä muodostuu tehokkaista yksiköistä, joilla on samankaltainen panos-tuotos -rakenne kuin arvioitavalla yksiköllä. Tehokkaita yksiköitä kutsutaan tarkasteltavan tehottoman yksikön *dominoiviksi yksiköiksi.*

Tehokkuusrintama voidaan muodostaa joko olettaen *vakioskaalatuotot* (vst), eli mittakaavaetuja tai -haittoja ei ole, tai *muuttuvat skaalatuotot* (mst). Skaalatuotto-oletus vaikuttaa huomattavasti tehokkuuslukujen jakautumaan. Oletettaessa muuttuvat skaalatuotot tehokkuusluvut tulevat yleensä korkeammiksi ja tehokkaiden yksiköiden määrä kohoaa. Erityisesti havaintojoukon pienimpien ja suurimpien yksiköiden tehokkuusluvut kasvavat verrattuna vakioskaalatuotto-oletuksella laskettuihin tehokkuuslukuihin.

Kuvio 1 havainnollistaa peruskäsitteitä ja tehokkuuslukujen määräytymistä. Yksinkertaisuuden vuoksi tarkastellaan yhden panoksen ja yhden tuotoksen tapausta. Kuviossa pisteet kuvaavat tuotantoyksiköiden käyttämiä panosmääriä ja yksiköiden niillä aikaansaamia tuotosmääriä. Muuttuvien skaalatuottojen oletukseen perustuva tehokkuusrintama muo-

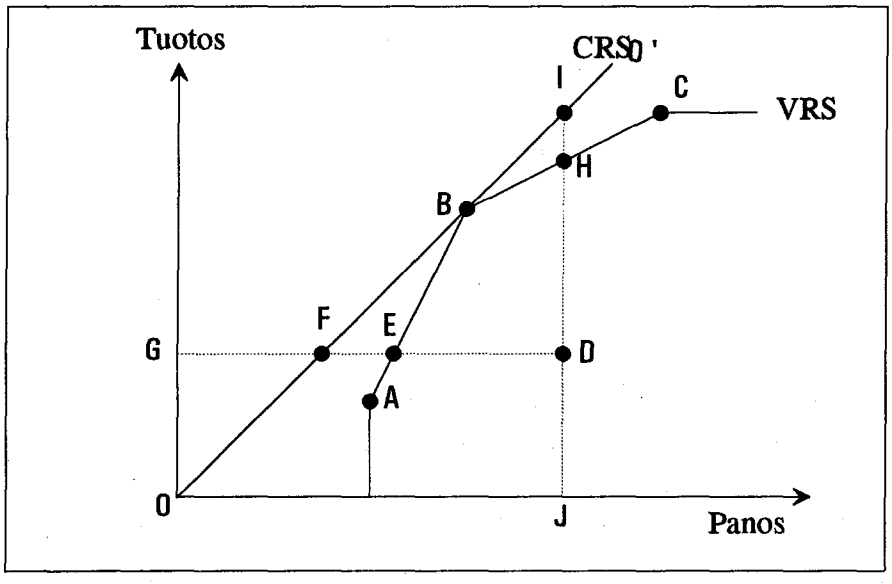
dostuu pisteistä A, B, ja C. Niiden kuvaamien yksiköiden tehokkuusluku on 1. Rintaman alapuolella olevien yksikköjen tehokkuusluku on alle 1. Esimerkiksi piste D edustaa tällaista tehotonta yksikköä. Konveksisuusoletuksen perusteella mikä tahansa piste pisteiden B ja C välillä on tehokas, kuten esimerkiksi piste H.

Jos tehokkuusrintama muodostetaan olettamalla vakioskaalatuotot, mikä tahansa havaitun tehokkaan yksikön panos-tuotos -yhdistelmän kerrannainen kuuluu tehokkuusrintamaan. Kuviossa 1 tehokkuusrintamana on pisteen B kautta kulkeva suora, sillä sen kulmakerroin on suurin, ja siten sen tuotospanossuhde on korkein. Havainnosta B seuraa, että myös yksiköt F ja I ovat tehokkuusrintamalla.

Kun tehokkuusrintama on muodostettu, voidaan eri tehokkuusluvut määritellä ja laskea. Panosten säästömahdollisuuksia osoittava tehokkuusluku osoittaa kuinka suuri osuus nykyisistä panoksista tarvittaisiin, jos yksikkö siirtyisi tehokkuusrintamalle ja tuottaisi entiset määrät eri tuotoksia. Esimerkiksi kuviossa 1 yksikön D panosten säästämisen suhteen laskettu tehokkuusluku, kun oletetaan muuttuvat skaalatuotot, määräytyy etäisyyksien GE ja GD suhteena. E on tällöin tehokasta panosten käyttöä kuvaava tehokkuusrintaman piste, D:n dominantti. Vakioskaalatuotto-oletusta käyttäen D:n tehokkuusluku saadaan suhteena GF/GD.

Tuotoksen lisäyssuunnassa laskettu tehokkuusluku osoittaa, kuinka suuren osuuden potentiaalisesta tuotoksesta yksikkö on tuottanut. Yksikön tuotosmäärää verrataan tällöin tehokkuusrintamalla olevaan pisteeseen, jossa panosmäärä on sama kuin yksiköllä. Yksikölle D tällainen tehokas piste muuttuvien skaalatuottojen tapauksessa on H ja D:n tehokkuusluku lasketaan suhteena JD/JH. Vakioskaalatuottojen oletuksella laskettaessa vertailukohtana on piste I ja D:n tehokkuusluku on suhde JD/JI. Tämä on sama kuin panosten säästämissuuntaan laskettu tehokkuusluku GF/GD.

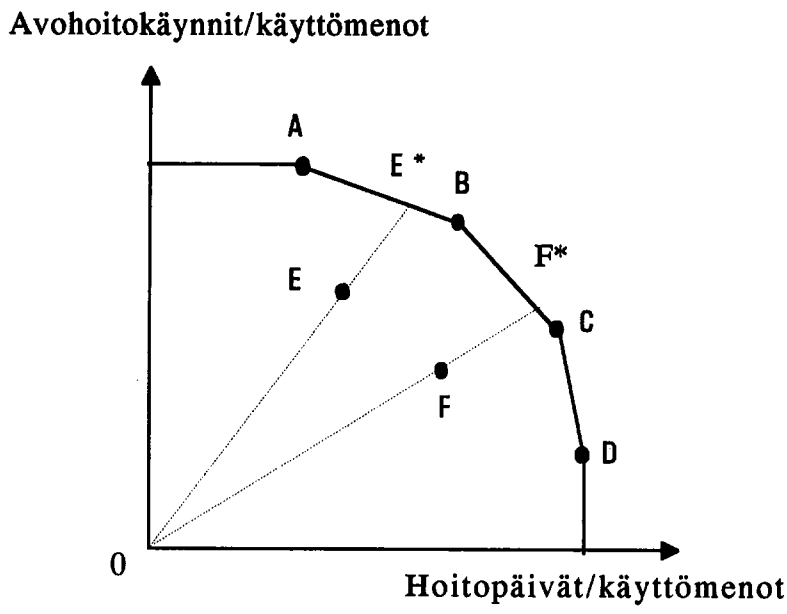
Kuvio 1. Tehokkuusrintaman ja tehokkuuslukujen määrääminen DEA- menetelmällä.



Jos tuotannossa vallitsevat vakioskaalatuotot eli mittakaavaetuja tai -haittoja ei ole, voidaan kahden tuotoksen ja yhden panoksen tapauksessa DEA-menetelmän ideaa havainnollistaa kuvion 2 avulla. Oletetaan konkreettisuuden vuoksi, että kuvion pisteet kuvaavat terveyskeskuksia, jotka tuottavat hoitopäiviä ja avohoitokäyntejä. Edelleen oletetaan, että panoksia voidaan mitata käyttömenoilla. Hoitopäivät ja avohoitokäynnit jaetaan käyttömenoilla. Akseleilla kuvataan tuotosmääriä panosyksikköä kohden: pystyakselilla kuvataan avohoitokäyntejä, jotka eri terveyskeskukset tuottaisivat yhtä suurilla käyttömenoilla ja vaaka-akselilla vastaavasti laskettuja hoitopäiviä. Pisteet A-F kuvaavat eri terveyskeskusten tuottamia avohoitokäynti- ja hoitopäivämääriä.

Tehokkuusrintama saadaan yhdistämällä origosta kauimpana olevat pisteet. Kuvan tapauksessa se kulkee pisteiden A, B, C ja D kautta. Näiden pisteiden kuvaamien terveyskeskuksien tehokkuusluku on yksi. Muiden terveyskeskuksien tehokkuusluku saadaan jakamalla terveyskeskuksen tuottama tuotosmäärä tuotosmäärällä, jonka se tuottaisi, jos se olisi yhtä tehokas kuin tehokkuusrintamalla olevat terveyskeskukset. Terveyskeskuksen E tehokkuusluku on etäisyyden OE suhde etäisyyteen OE*. Terveyskeskukselle F se on vastaavasti OF/OF*.

Kuvio 2. Tehokkuusrintama, kun tuotoksia on kaksi ja panoksia yksi.



Kuvion 2 tapauksessa tehokkuusluku laskettiin tosiasiallisen tuotoksen ja maksimituotoksen välisenä suhteena, kun panosmäärä pidettiin annettuna. Koska vakioskaalatuottojen tapauksessa päästään samaan tehokkuuslukuun, kun suhteutetaan minimipanosmäärä tosiasialliseen panosmäärään olettaen tuotosmäärää kiinnitetyksi, tämän tehokkuusluvun voi katsoa kuvaavan myös terveyskeskuksen panosmäärän säästämismahdollisuuksia.

2.2. DEA-menetelmän matemaattinen ratkaisu

Matemaattisesti tarkasteltavan yksikön k tehokkuusluku saadaan ratkaisemalla seuraava epälineaarinen fraktionaalinen maksimointiongelma.

$$Max \quad h_k = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik}}$$

siten, että

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \leq 1; \qquad j = 1, \ldots, n \quad ja$$

$$u_r, v_i \geq 0; \qquad r = 1, \ldots, s; i = 1, \ldots, m \qquad \text{(M1)}$$

missä

y_{rj} = yksikön j tuottaman tuotoksen r määrä,

x_{ij} = yksikön j käyttämän panoksen i määrä,

u_r = tuotokselle r annettu paino (r=1,...,s),

v_i = panokselle i annettu paino (i=1,...,m),

n = tuotantoyksiköiden määrä ja

Mallista ratkaistaan kullekin yksikölle erikseen optimaaliset painot u_r ja v_i sekä tehokkuus h_k. Painot valitaan siten, että ne ovat tarkasteltavalle yksikölle mahdollisimman edulliset. Tästä seuraa, että yksikkö, joka on ylivoimainen suhteessa muihin tuotantoyksiköihin vain yhdenkin tuotos-panos-suhteen osalta, on tehokas. Se saa tehokkuusluvukseen ykkösen. Mikäli lukua tarkastellaan panosten säästämismahdollisuuksien näkökulmasta, niin esim. tehokkuusluku 0.85 tarkoittaa tällöin sitä, että ollakseen tehokas yksikön pitäisi vähentää panosten käyttöä 15 prosenttia säilyttäen tuotosmäärän ennallaan.

Koska malli (M1) on epälineaarinen, sen numeerinen ratkaiseminen on vaikeaa. Malli voidaan kuitenkin muuntaa lineaarin optimoinnin ongelmaksi normeeraamalla painotettu panossumma tai painotettu tuotossumma yhdeksi, jolloin se voidaan ratkaista lineaarisessa optimoinnissa käytettävän simplex algoritmin avulla. Panosten säästöpotentiaalia kuvaava

tehokkuusluku saadaan ratkaisemalla seuraava lineaarinen ohjelmointitehtävä kullekin yksikölle k (Banker ja Thrall 1992, Førsund 1992):

$$\min_{\lambda_{kj}} h_k$$

siten, että

$$y_{rk} \leq \sum_{j=1}^{n} \lambda_{kj} y_{rj}, \qquad r=1,\ldots,s$$

$$h_k x_{ik} \geq \sum_{j=1}^{n} \lambda_{kj} x_{ij}, \qquad i = 1, \ldots, m$$

$$\lambda_{ij} \geq 0, \qquad j = 1, \ldots, n \qquad \text{(M2)}$$

Lineaarisen ohjelmointitehtävän ensimmäinen rajoite edellyttää, että tehokkuusrintamalla olevan dominoivan yksikön on tuotettava vähintään yhtä paljon kuin tarkasteltavan yksikön k. Toinen rajoitus kuvaa sitä, että yksikön k tehokkuuskorjattu panosten käyttö on vähintään yhtä suuri kuin dominoivan yksikön panosten käyttö. Mallin (M2) ratkaisut antavat tehokkuusluvut vakioskaalatuottojen tapauksessa. Lisäämällä malliin rajoite, jonka mukaan λ:jen summa on yksi, saadaan tehokkuusluvut laskettua muuttuvien skaalatuottojen oletuksella.

Minimointiongelman (M2) ratkaisun positiiviset painot λ_{kj} osoittavat, mitkä tehokkaat yksiköt virittävät rajapinnan kullekin yksikölle k. Näitä voi enimmillään olla yksi vähemmän kuin on erilaisia tuotoksia ja panoksia.

2.3. Painojen rajoittaminen

DEA-tehokkuusluvut lasketaan jakamalla painotettujen tuotosten summa painotettujen panosten summalla. Painot vaihtelevat yksiköstä toiseen. Kunkin yksikön kohdalla käytettävät painot ovat sellaiset, että yksikön tehokkuusluku saa parhaan mahdollisen arvon. Rajoituksena on, että minkään yksikön tehokkuusluku ei näillä painoilla laskettuna tule ykköstä suuremmaksi. Tällaisella painojen joustavalla määräämisellä on sekä etunsa että haittansa. Etuna on se, että tehokkuusluvut eivät ole riippuvaisia etukäteen kiinnitetyistä painoista. Ongelmaksi voi kuitenkin muodostua se, että useilla yksiköillä tehokkuuslukuun vaikuttaa vain yksi tai kaksi tuotosta. Korkea tehokkuusluku voi joissakin tapauksissa ilmentää pikemminkin sitä, että yksikkö on keskittynyt muita yksikköjä enemmän tiettyjen tuotosten aikaansaamiseen kuin sitä, että yksikkö olisi yleisesti tuotannollisesti tehokas. Tämä ongelma tulee esiin erityisesti silloin, kun tuotoksia on paljon.

DEA-malliin voidaan liittää lisärajoite, jonka mukaan tuotosten painojen on ylitettävä tietty alaraja ja näin estää se, että tehokkuusluvut määräytyvät pelkästään muutaman tuotoksen perusteella. Painojen rajoittamisen ongelmana on se, että tällaisille lisärajoitteille ei yleensä ole selkeätä tulkintaa. Dyson ja Thanassoulis (1988) ovat kuitenkin osoittaneet,

että jos panosmuuttujia on vain yksi ja se kuvaa käytettyjä kokonaisresursseja, painorajoitteet voidaan tulkita eri tuotosten minimiyksikkökustannuksiksi.

Kun panosmäärää kuvaamaan käytetään vain yhtä lukua, DEA-menetelmän laskemien tuotospainojen voi siis tulkita kuvaavan panosmääriä, joita eri yksiköt käyttävät tuottaessaan yhden yksikön kyseistä tuotosta. Yhden panosmuuttujan tapauksessa malli (M1) saa muodon (ks. Dyson ja Thanassoulis 1988)

$$\text{Max } h'_k = \frac{\sum_{r=1}^{s} u'_r y_{rk}}{v x_k}$$

$$\text{siten, että } \frac{\sum_{r=1}^{s} u'_r y_{rk}}{v x_j} \leq 1; \; j = 1,\ldots k,\ldots,n$$

$$u_r \geq 0, \; v > 0 \qquad \text{(M3)}$$

Asettamalla mallissa (M3) $u'_r/v = u_r$ ja $h'_k x_k = h_k$ voidaan malli kirjoittaa muotoon:

$$\text{Max } h_k = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk}$$

$$\text{siten, että } \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \leq x_j \quad j=1,..,k,\ldots,n$$

$$u_r \geq 0 \quad \forall r \qquad \text{(M4)}$$

Kuten Dyson ja Thanassoulis (1988) osoittavat, u_r voidaan tulkita resurssimääräksi, joka käytetään tuotettaessa yksi yksikkö tuotosta r. Jos resursseja mitataan rahassa niin u_r on tuotoksen r yksikkökustannus. Kun tuotospainot voidaan tulkita yksikkökustannuksiksi, saadaan luontevat perusteet rajoittaa painoja. Dyson ja Thanassoulis esittävät, että tuotospainoja rajoitettaisiin niin, että ne olisivat vähintään yhtä suuret kuin tuotoksen minimiyksikkökustannukset. Tätä ratkaisua on sovellettu myös tässä tutkimuksessa. Jos merkitään näitä minimiyksikkökustannuksia tuotokselle r m_r:llä, voidaan mallia (M4) muokata seuraavasti laskettaessa yksikön k suhteellista tehokkuutta:

$$\text{Max } h_k = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk}$$

$$\text{siten, että} \quad \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \leq x_j \quad j = 1,\ldots,k,\ldots,n$$

$$u_r \geq m_r \quad \forall r \qquad \text{(M5)}$$

3. DEA-menetelmän empiirinen sovellus

3.1. Aineisto ja käytetyt muuttujat

Tutkimuksen kohteena olivat kaikki vuonna 1991 toimineet terveyskeskukset lukuunottamatta Ahvenanmaata. Terveyskeskuksia oli yhteensä 224. Näistä kuntien terveyskeskuksia oli 118 ja kuntainliittojen 106. Terveyskeskus on hallinnollinen yksikkö, siten yksi terveyskeskus saattaa sisältää yhden tai useamman terveysaseman.

Terveyskeskusten *panoksina* käytettiin niiden käyttömenoja, joista vähennettiin "muut tulot" ja joiden henkilöstömenoista puhdistettiin syrjäseutulisän ja kalliinpaikan lisän vaikutus (liite 1). Menotiedot poimittiin kuntien keskusjärjestöjen ylläpitämästä terveyskeskusten taloustilastosta, jonka käyttömenot sisältävät sekä yleislääkärijohtoisen että erikoislääkärijohtoisen terveyskeskustoiminnan. Terveyskeskusten taloustilastoon perustuvat myös terveyskeskuksittaiset henkilöstömenojen osuudet käyttömenoista vuonna 1991. Terveyskeskuskuntainliittojen kalliinpaikanlisänä ja syrjäseutulisänä käytettiin terveyskeskuksen sijaintikunnalle määrättyjä ao.lisiä.

Käyttömenojen lisäksi terveyskeskusten panosmuuttujina voitaisiin käyttää eri menoryhmiä, esimerkiksi henkilöstömenoja tai henkilöstömäärää, esimerkiksi eri virkamääriä. Tutkimuksessa pitäydyttiin kuitenkin vain yhteen panosmuuttujaan, koska DEA-menetelmälle on ominaista, että muuttujien lukumäärän noustessa, tehokkaiden yksiköiden määrä kasvaa. Käyttämällä ainoana panosmuuttujana kokonaiskäyttömenoja, tuotospainojen alarajojen tulkinta yksinkertaistuu ja ne voidaan tulkita tuotosten yksikkökustannuksiksi. DEA-menetelmällä lasketut tehokkuuserot voidaan myös tulkita tuottavuuseroiksi, jos oletetaan, että panosrakenne on kaikilla yksiköillä sama.

Terveyskeskusten *tuotos* jaettiin avohoidon ja vuodeosastohoidon tuotoksiin. Terveyskeskusten *avohoidon tuotosmuuttujat* muodostettiin kertomustietorekisterin (Keti) suoritetietojen pohjalta. Ketin avohoitosuoritteet ryhmiteltiin kuudeksi tuotokseksi (ks. liite 1): lääkärikäynnit, sairaanhoitokäynnit muun henkilökunnan kuin lääkärin vastaanotolla, terveydenhoitokäynnit muun henkilökunnan kuin lääkärin vastaanotolla, valvotun kotisai-

raanhoidon käynnit, hammashoitokäynnit ja erikoistutkimukset (sisältäen esimerkiksi leikkaukset, sairaankuljetukset, työpaikkatarkastukset).

Vuodeosastohoidon tuotoksen, hoitopäivien arvioinnissa käytettiin potilaslaskenta-aineistoa ja kertomustietorekisteriä ja hoitopäivät kattavat sekä yleislääkärijohtoisen että erikoislääkärijohtoisen terveyskeskustoiminnan. Hoitopäivät jaettiin lyhytaikaisenhoidon ja pitkäaikaisenhoidon hoitopäiviin. Lyhytaikaisen hoidon hoitopäivät jaettiin yleislääkärijohtoisten terveyskeskusten ja erikoislääkärijohtoisten terveyskeskusten hoitopäiviin. Pitkäaikaisenhoidon kaikki hoitopäivät jaettiin edelleen täysin autettavien potilaiden ja muiden potilaiden hoitopäiviin. Hoitopäivien neljä luokkaa laskettiin niin, että potilaslaskenta-aineistosta saaduilla potilaiden hoidon keston ja laadun mukaan lasketuilla osuuksilla kerrottiin Keti-aineiston hoitopäivien määrä.

Taulukossa 1 on esitetty avohoidon suoritteiden keskimääräiset sekä minimi- ja maksimiosuudet kaikista avohoidon suoritteista ja eri tyyppisten hoitopäivien vastaavat osuudet kaikista hoitopäivistä. Terveyskeskusten käyttömenojen ja suoritteiden jakaumatiedot on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 1. Suoritteiden suhteelliset osuudet kaikista terveyskeskusten suoritteista, %

	Keskimäärin	Minimi	Maksimi
Avohoidon suoritteet			
Lääkärin vastaanottokäynnit	35	15	49
Sairaanhoitokäynnit muun henkilökunnan vast.otolla	17	7	31
Terveydenhoitokäynnit muun henkilökunnan vastaanotolla	17	8	30
Hammashoitokäynnit	19	11	35
Valvotun kotisairaanhoidon käynnit	11	1	30
Erikoistutkimukset	2	0	8
Vuodeosastohoidon suoritteet			
Lyhytaikaiset hoitopäivät yleislääk.joht.terv.kesk.	22	0	84
Lyhytaikaiset hoitopäivät erikoilääk.joht.terv.kesk.	17	0	96
Pitkäaikaiset hoitopäivät, täysin autettavat potilaat	35	0	82
Pitkäaikaiset hoitopäivät,muut kuin täysin autettavat potilaat	26	0	100

3.2. Painorajojen määrääminen

DEA-menetelmä määrittelee eri tuotoksille kullekin yksikölle edullisimmat painot. Siten painot vaihtelevat tutkimusyksiköittäin.

Suoritteiden painoja rajoitettiin niiden yksikkökustannuksiin perustuen. Ensin arvioitiin Terveyskeskusten taloustilaston ja Helsingin kaupungin terveydenhuollon toiminnallisen tilinpäätöksen perusteella eri suoritteiden (tuotosten) keskimääräiset yksikkökustannukset. Helsingin terveyskeskuksen tietoja käytettiin, koska kaikkien terveyskeskusten avohoidon keskimääräisiä yksikkökustannuksia ei ollut saatavissa käyttämämme suoritejaon tarkkuudella. Eri avohoitokäyntien yksikkökustannusten suhteiden oletettiin olevan samat kuin Helsingin terveyskeskuksessa. Kaikkien terveyskeskusten avohoitokäynnit muutettiin lääkärikäynneiksi niiden yksikkökustannusten suhteessa lääkärikäynnin yksikkökustannukseen. Jakamalla kaikkien terveyskeskusten avohoidon käyttömenot näin saaduilla laskennallisilla lääkärikäynneillä, määriteltiin lääkärikäynnin uusi, laskennallinen yksikkökustannus. Avohoitokäyntien Helsingin terveyskeskuksen yksikkökustannusten suhteella kertomalla lääkärikäyntien laskennallinen yksikkökustannus, saatiin kullekin avohoitokäyntityypille uusi yksikkökustannus. Hoitopäivien painon alaraja määriteltiin Terveyskeskusten taloustilaston mukaisen hoitopäivän kekimääräisen yksikkökustannuksen perusteella. Kunkin tuotoksen painon alarajaksi valittiin 40 prosenttia sen arvioiduista keskimääräisestä yksikkökustannuksesta. Täten varmistettiin, ettei painojen alarajat ole suurempia kuin suoritteiden minimiyksikkökustannukset. Painojen alarajojen laskemisessa käytetty kaava on seuraava:

$$p_i = \frac{C_a}{\Sigma_i K_i(\frac{c_i}{c_l})} \times (\frac{c_i}{c_l}) \times \frac{0.4}{1000}$$

missä

p_i = suoritteen i paino

C_a = avohoidon käyttömenot

K_i = suoritteen i käyntimäärä

c_i = suoritteen i yksikkökustannus Helsingin terveyskeskuksessa

c_l = lääkärikäynnin yksikkökustannus Helsingin terveyskeskuksessa

Tuotosten painojen alarajat muodostuivat seuraaviksi (ilmaistuna 1000 markkoina):

lääkärissäkäynti	0.15
hammashoitokäynti	0.13
terveydenhoitokäynti muun henkilökunnan vastaanotolla	0.09
sairaanhoitokäynti muun henkilökunnan vastaanotolla	0.06
valvotun kotisairaanhoidon käynti	0.09
hoitopäivä	0.26

Erikoistutkimusten painolle emme asettaneet rajoitusta, koska ryhmä sisältää yksikkökustannuksiltaan varsin erilaisia suoritteita.

4. Analyysin tulokset

DEA-menetelmällä arvioiden vuonna 1991 terveyskeskuksista suhteellisesti tehokkaiksi luokiteltujen terveyskeskusten osuus vaihteli kolmestatoista runsaaseen neljäänkymmeneen prosenttiin riippuen siitä, oletettiinko vakio- vai muuttuvat skaalatuotot ja rajoitettiinko tuotosten saamia painoja vakioskaalatuotto-oletuksella (taulukko 2). Tehokkuuslukujen keskiarvo vaihteli 0.87:stä 0.95:een. DEA-tehokkuusluvut terveyskeskuksittain on esitetty liitteessä 3.

Taulukko 2. Tehokkuuslukujen jakauma vuonna 1991

	Terveyskeskusten lukumäärä		
Tehokkuusluku	MST[1]	VST[2]	VST[2], rajoitetut painot
1.000	97	54	28
0.95 - 0999	40	30	20
0.90 - 0.949	40	49	37
0.85 - 0.899	24	41	49
0.80 - 0.849	10	26	44
0.75 - 0.799	7	11	21
0.70 - 0.749	4	11	13
0.48 - 0.699	2	2	12
Yhteensä	224	224	224

1) Muuttuvat skaalatuotot

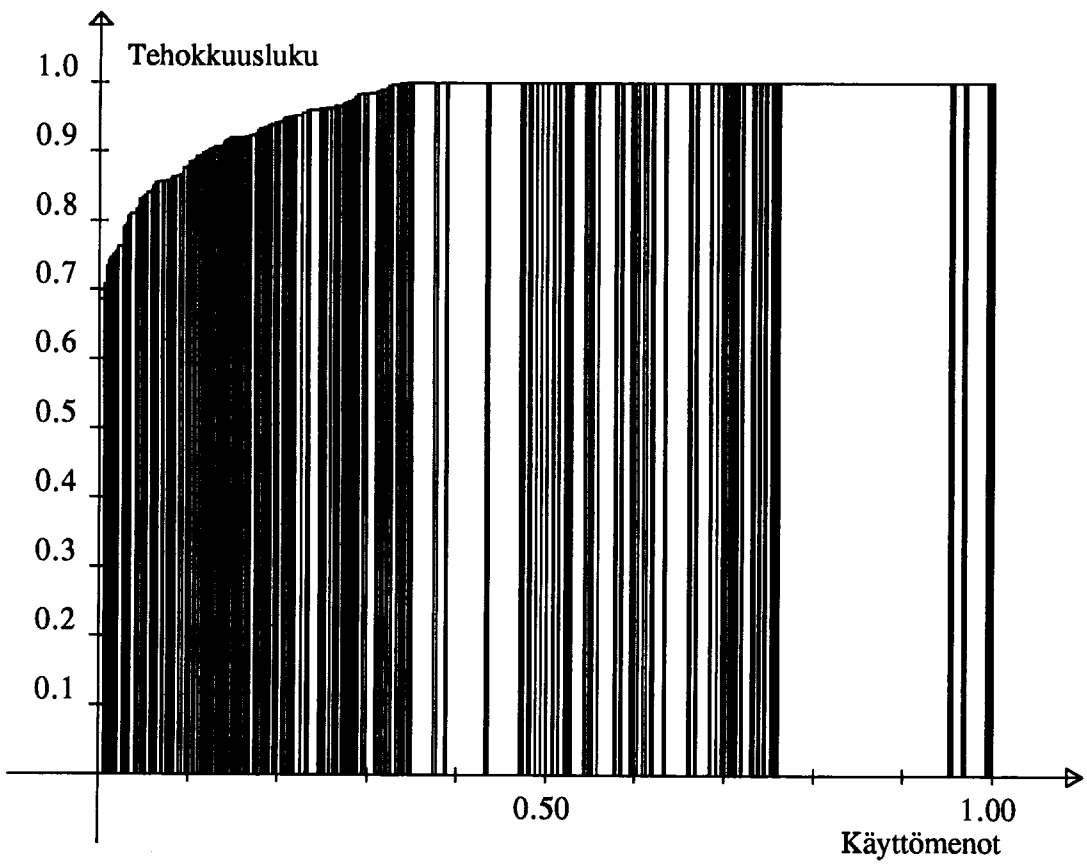
2) Vakioskaalatuotot

Oletettaessa *muuttuvat skaalatuotot,* tehokkuusluku kuvaa yksinomaan ns. teknistä tehokkuutta eli yksiköiden toiminnan organisoinnista johtuvaa suhteellista tehokkuutta niiden toimiessa nykyisessä laajuudessaan. Muuttuvien skaalatuottojen oletusta käytettäessä tehokkuusrintama muodostuu niistä yksiköistä, jotka ovat paitsi tuotosrakenteeltaan myös kooltaan samankaltaisia kuin tarkasteltava yksikkö. Tämän seurauksena varsinkin, jos erilaisia tuotoksia on useita, tehokkaiden yksiköiden määrä kohoaa varsin korkeaksi. Näin juuri käy terveyskeskuksia koskevassa DEA-sovelluksessa. Tehokkaiden yksiköiden osuus on 43 prosenttia oletettaessa muuttuvat skaalatuotot. Tehokkuuslukujen keskiarvo oli 0.946 ja alhaisin tehokkuusluku oli 0.686. Suuruusjärjestykseen asetettujen tehokkuuslukujen alimman kvintiilin yläraja (raja, jota pienemmän tehokkuusluvun sai 20 % terveyskeskuksista) oli 0.898.

Data envelopment analyysin tulokset voidaan tiivistetysti esittää ns. Salter-kuvion avulla. Siinä yksiköt järjestetään tehokkuusluvun mukaiseen järjestykseen alimmasta korkeimpaan. Kutakin yksikköä kuvaa pylväs, jonka korkeuden määrää tehokkuusluku ja leveyden yksikön koko (tässä tapauksessa koon mittana on käytetty käyttömenoja). Kuviossa 3 on esitetty Salter-kuvio muuttuvilla skaalatuotto-oletuksilla lasketuista tehokkuusluvuista.

Merkillepantavaa on, että erityisesti isoimpien terveyskeskusten (kuviossa leveimmät pylväät) tehokkuusluvut olivat korkeat. Lähes kaikki suurimmat terveyskeskukset (14 terveyskeskusta 16 suurimmasta) saavat muuttuvien skaalatuottojen oletuksella tehokkuusluvukseen 1. Tämä ei välttämättä kuitenkaan merkitse, että ne toimisivat teknisesti tehokkaasti. Syynä voi yksinkertaisesti olla se, että terveyskeskusaineistosta ei löydy samankaltaisella tuotosrakenteella toimivia samaa kokoluokkaa olevia terveyskeskuksia, joihin niitä voisi verrata.

Kuvio 3: Salter-diagrammi DEA-tehokkuusluvuista muuttuvien skaalatuottojen oletuksella

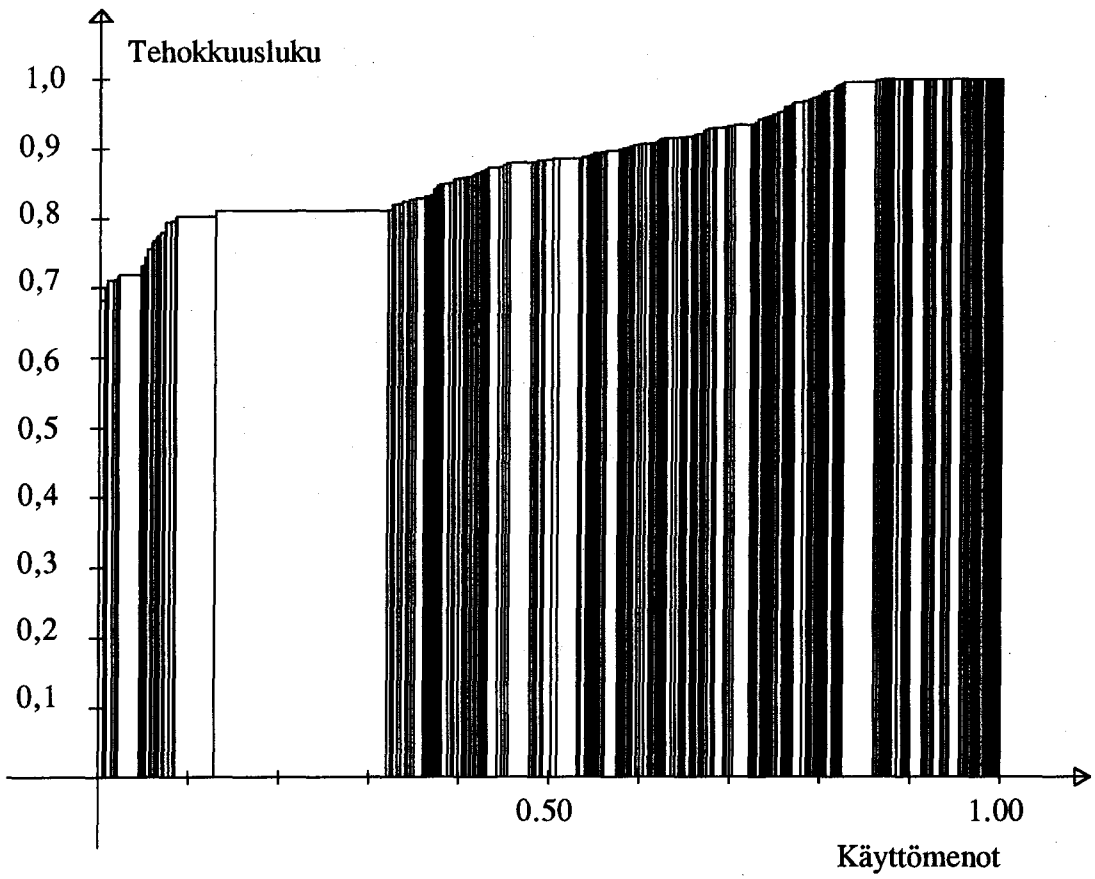


Vakioskaalatuotto-oletuksella tehokkuusluku kuvaa sekä toiminnan laajuudesta johtuvaa skaalatehokkuutta että ns. teknistä tehokkuutta. Vakioskaalatuotto-oletuksella viidennes terveyskeskuksista toimi suhteellisesti tehokkaasti. Suhteellisesti tehokkaiksi luokiteltujen terveyskeskusten lähempi tarkastelu osoitti, että niistä kymmenen terveyskeskusta ei ollut minkään suhteellisesti ei-tehokkaan terveyskeskuksen dominoiva yksikkö. Näiden kymmenen terveyskeskuksen tehokkuus ei siten välttämättä ole aitoa, vaan korkean tehokkuusluvun saattaa aiheuttaa esimerkiksi muista poikkeava panos-tuotosrakenne. Terveyskeskusten tehokkuuslukujen keskiarvo oli 0.909 ja alhaisin tehokkuusluku oli 0.535. Suuruusjärjestykseen asetettujen tehokkuuslukujen alimman kvintiilin yläraja oli 0.847.

Vakioskaalaoletuksella lasketut suurimpien terveyskeskusten tehokkuusluvut poikkesivat huomattavasti muuttuvilla skaalatuotto-oletuksilla lasketuista tehokkuusluvuista. Vakios-

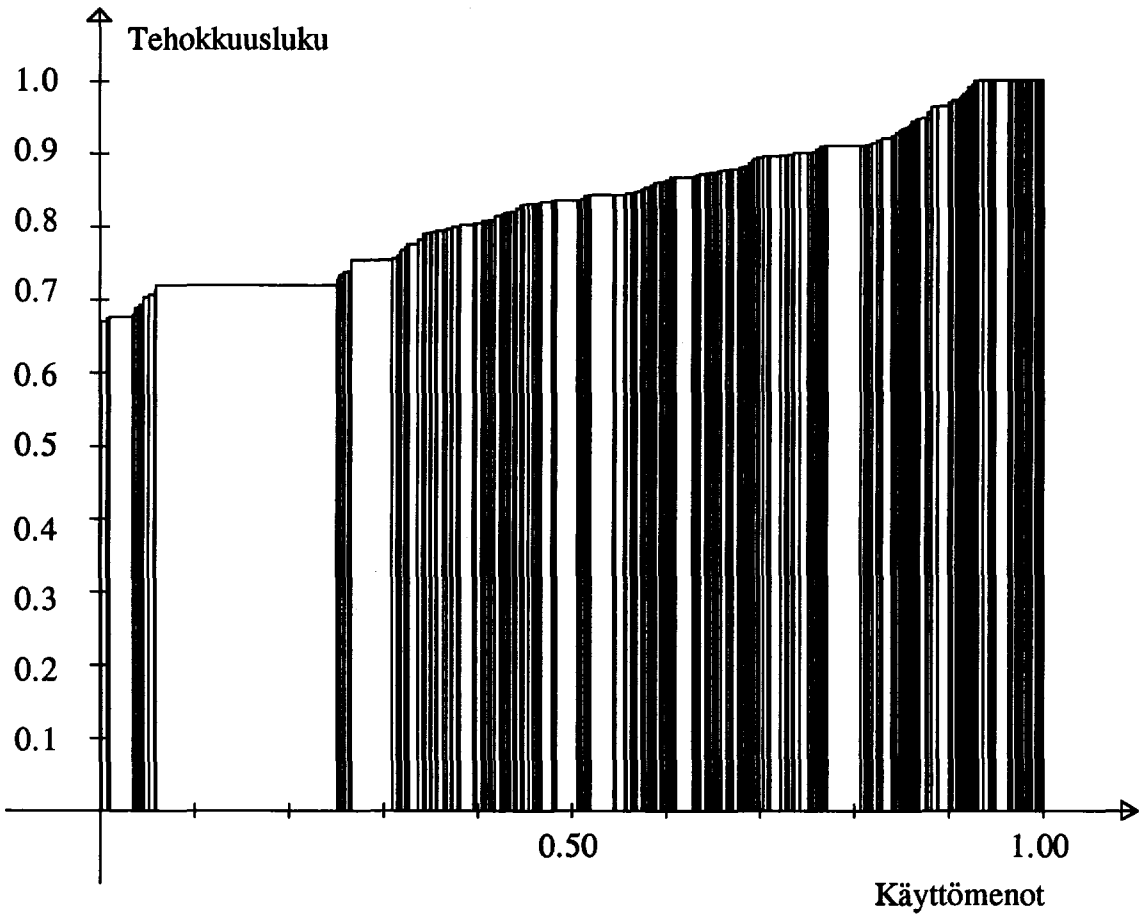
kaalatuotto-oletusta käyttäen 16 suurimmasta terveyskeskuksesta (terveyskeskukset, joiden käyttömenot olivat yli 100 miljoonaa markkaa) vain kolme sai tehokkuusluvukseen 1. Tehokkuuslukujen jakauma Salter-kuvion avulla on esitetty kuviossa 4.

Kuvio 4: Salter-diagrammi DEA-tehokkuuslukujen jakaumasta vakioskaalatuotto-oletuksella



Tuotosten painojen rajoittamisella haluttiin varmistaa se, että terveyskeskusten tehokkuuslukuihin vaikuttaisivat ainakin minimipainorajoitusten verran kaikki terveyskeskuksen tuotokset. Koska tehokkuusluku määräytyy kaikkien tuotosten perusteella, näin saatujen tehokkuuslukujen voi katsoa kuvaavan terveyskeskusten yleistä tuotannollista tehokkuutta tai resurssien käytön taloudellisuutta oikeammin kuin rajoittamattomin painoin lasketut tehokkuusluvut. Tuotospainojen rajoittamisen vaikutuksesta vakioskaalatuotto-oletuksen vallitessa suhteellisesti tehokkaiden terveyskeskusten osuus laski noin 13 prosenttiin. Rajoitetuin painoin laskettujen tehokkuuslukujen keskiarvo oli 0.87 ja alhaisin tehokkuusluku oli 0.484. Suuruusjärjestykseen asetettujen tehokkuuslukujen alimman kvintiilin yläraja oli 0.798.

Kuvio 5: Salter-diagrammi DEA-tehokkuusluvuista, vakioskaalatuotto oletuksella kun tuotospainoja on rajoitettu



Olettamalla vakioskaalatuotot, rajoitetuin painoin lasketut tehokkuusluvut eivät keskimäärin poikenneet kovin huomattavasti rajoittamattomin painoin lasketuista tehokkuusluvuista, mutta joidenkin terveyskeskusten osalta muutokset olivat hyvin suuria. Terveyskeskuksilla, joiden sekä rajoittamattomin että rajoitetuin painoin lasketut tehokkuusluvut olivat alle 1, ero oli pienimmillään vain 0,04 prosenttiyksikköä ja suurimmillaan 17,2 prosenttiyksikköä. Tyypillistä niille terveyskeskuksille, joiden rajoitetuin painoin laskettu tehokkuusluku oli huomattavasti alhaisempi kuin rajoittamattomin painoin laskettu tehokkuusluku, oli se, että näiden terveyskeskusten rajoittamattomin painoin laskettu tehokkuusluku määräytyi lähes pelkästään yhden, kahden tai kolmen tuotoksen perusteella. Taulukossa 3 on esitetty yhden tällaisen terveyskeskuksen (Hyrynsalmi) tuotosten saamat painot ja eri tuotosten suhteellinen osuus DEA-tehokkuuslukua laskettaessa joko rajoitetuin tai rajoittamattomin painoin.

Taulukko 3. Tuotosten saamat painot Hyrynsalmen terveyskeskuksen DEA-tehokkuuslukua laskettaessa vakioskaalatuotto-oletuksella

Tuotos	Tuotoksen suhteellinen osuus		Tuotoksen paino	
	Rajoittamattomat painot	Rajoitetut painot	Rajoittamattomat painot	Rajoitetut painot
ET	0,00	0,00	0.000	0.000
HHK	0,00	5,85	0.000	0.130
LK	0,00	11,89	0.000	0.150
ELHP	0,00	0,00	1.208	0.260
YLHP	93,03	66,28	1.899	1.147
PTHP	0,00	1,37	0.000	0.260
PMHP	0,64	5,47	0.036	0.260
SHKMH	0,00	3,00	0.000	0.074
THKMH	0,00	3,38	0.000	0.090
VKSH	6,32	2,79	0.241	0.260
DEA-tehokkuusluku	98.14	83,24		

ET= erikoistutkimukset, HHK= hammashuoltokäynnit, LK = lääkärikäynnit, ELHP = erikoislääkärijohtoisten terveyskeskussairaaloiden lyhytaikaispotilaiden hoitopäivät, YLHP = yleislääkärijohtoisten terveyskeskussairaaloiden lyhytaikaispotilaiden hoitopäivät, PTHP = täysin autettavien pitkäaikaispotilaiden hoitopäivät, PMHP = muiden kuin täysin autettavien pitkäaikaispotilaiden hoitopäivät, SHKMH = sairaanhoitokäynnit muun henkilökunnan kuin lääkärien vastaanotolla, THKMH = terveydenhoitokäynnit muun henkilökunnan kuin lääkärien vastaanotolla, VKSH = valvotun kotisairaanhoidon käynnit.

Taulukosta voi havaita, että laskettaessa tehokkuusluku rajoittamattomin painoin siihen vaikuttaa melkein pelkästään yleislääkärijohtoiset lyhytaikaisen hoidon hoitopäivät. Ainoastaan valvotun kotisairaanhoidon käynneillä on lisäksi pieni ja pitkäaikaissairaanhoidon muiden kuin täysin autettavien hoitopäivillä hyvin pieni vaikutus. Painojen rajoittamisen seurauksena tehokkuuslukuun vaikuttavat muutkin tuotokset ja lyhytaikaisen hoidon hoitopäivien paino alenee. Painojen rajoittamisesta huolimatta tuotosten painojen määrääminen on edelleen kuitenkin hyvin joustavaa. Lyhytaikaisen hoidon hoitopäivien paino tulee nytkin varsin korkeaksi.

Valkeakosken terveyskeskus on esimerkki terveyskeskuksesta, jonka tehokkuusluku on lähes sama laskettiinpa se rajoittamattomin tai rajoitetuin painoin. Taulukosta 4 nähdään, että jo rajoittamattomin painoin laskettuun Valkeakosken tehokkuuslukuun vaikuttavat kaikki tuotokset, joita Valkeakoskella on (erikoislääkärijohtoisen terveyskeskussairaalan hoitopäiviä ei Valkeakoskella ole) ja millään yksittäisellä tuotoksella ei ole hallitsevaa asemaa tehokkuuslukua määräytymisessä. Eri tuotosten suhteellinen merkitys ei myöskään juuri muutu, vaikka painoja rajoitetaan.

Taulukko 4. Tuotosten saamat painot Valkeakosken terveyskeskuksen DEA-tehokkuuslukua laskettaessa vakioskaalatuotto-oletuksella

Tuotos	Tuotoksen suhteellinen osuus		Tuotoksen paino	
	Rajoittamattomat painot	Rajoitetut painot	Rajoittamattomat painot	Rajoitetut painot
ET	5,87	6,28	0.667	0.714
HHK	20,71	21,38	0.310	0.321
LK	20,24	17,91	0.170	0.151
ELHP	0,00	0,00	0.000	0.260
YLHP	10,56	10,49	0.396	0.393
PTHP	7,79	6,93	0.292	0.260
PMHP	4,40	5,75	0.199	0.260
SHKMH	5,25	3,88	0.115	0.085
THKMH	15,60	15,35	0.309	0.304
VKSH	9,58	12,03	0.246	0.308
DEA-tehokkuusluku	93.49	93,45		

DEA-tehokkuuslukujen perusteella on mahdollista arvioida panosten säästämis- ja tuotosten lisäämismahdollisuuksia olettamalla tehottomien terveyskeskusten voivan tehostaa toimintaansa niin, että ne toimisivat yhtä tehokkaasti kuin tehokkuusrintaman määrittävät terveyskeskukset. Taulukossa 5 esitetyt panosten vähentämis- ja tuotosten lisäämispotentiaalit on arvioitu painottamalla terveyskeskusten tehokkuuslukuja niiden käyttömenojen suhteessa. Koska panosmittana tässä tutkimuksessa on käytetty käyttömenoja, voidaan panosten säästömahdollisuudet myös tulkita kustannusten säästömahdollisuuksiksi. Mikäli kaikki terveyskeskukset olisivat toimineet tehokkaasti vuonna 1991, olisivat ne tuottaneet silloiset suoritteensa 5-13 prosenttia (0.7 - 1.8 mrd mk) pienemmillä käyttömenoilla, riippuen oletuksista, joilla tehokkuusluvut on laskettu.

Suhteellisesti tehottomasti toimivien yksiköiden osuus, joiden tuotosten lisäämismahdollisuus oli vähintään 25 prosenttia (tehokkuusluku < 0.8) oli muuttuvien skaalatuottojen oletuksella noin kuusi prosenttia, vakioskaalatuottojen oletuksella noin 11 prosenttia, kun tuotospainoja ei rajoitettu ja noin 20 prosenttia, kun tuotospainoja rajoitettiin.

Taulukko 5: Terveyskeskusten säästömahdollisuudet DEA-tehokkuuslukujen perusteella

	Muuttuvat skaalatuotot	Vakioskaalatuotot	Vakioskaalatuotot, rajoitetut painot
Tuotosten lisäämispotentiaali	5 %	10 %	15 %
Panosten säästöpotentiaali	5 %	9 %	13 %
Tehokkaiden yksiköiden osuus	43 %	24 %	13 %
Tehottomien yksiköiden (TL<0.8) osuus	6 %	11 %	20 %

Terveyskeskuksen alueeseen kuuluvan *väestömäärän* mukaan tarkasteltuna lähes puolet terveyskeskuksista toimi 5000 - 15000 asukkaan väestöpohjalla (taulukko 6). Keskimääräisillä tehokkuusluvuilla ja terveyskeskuksen väestöpohjan suuruudella ei näyttäisi olevan välitöntä yhteyttä. Keskimäärin tehokkaimmin näyttivät toimivan 10000-14999 asukkaan terveyskeskukset. Myös terveyskeskusmäärältään suurimman ryhmän, 5000-9999 väestöpohjan terveyskeskukset toimivat keskimäärin tehokkaasti, mutta luokan sisäinen hajonta oli suuri: kuudennes terveyskeskuksista toimi suhteellisesti tehokkaasti, mutta neljänneksen tehokkuusluku oli alle 0.8. Keskimääräistä tehottomimmin toimivat väestöpohjaltaan pienimmät väestöpohjaltaan alle 5000 asukkaan terveyskeskukset ja niiden tehokkuuslukujen hajonta oli suurin. Myös väestöpohjaltaan suurimpien terveyskeskusten tehokkuuslukujen keskiarvo oli keskikokoisten terveyskeskusten tehokkuuslukujen keskiarvoa jonkin verran pienempi, mutta ero ei ole tilastollisesti merkitsevä.

Tehokkuusluvuiltaan homogeenisin ryhmä oli 10000-14999 väestöpohjan terveyskeskukset: sekä tehokkaiden terveyskeskusten että niiden terveyskeskusten, joiden tehokkuusluku oli pienempi kuin 0.8 osuus oli neljä prosenttia. Suhteellisesti tehokkaiden yksiköiden osuus oli korkeimmillaan alle 10000 asukkaan terveyskeskuksissa ja tehottomien yksiköiden osuus oli alhaisimmillaan 10000-14999 asukkaan terveyskeskuksissa.

Taulukko 6. Vakioskaalatuotto-oletuksella ja rajoitetuin painoin lasketut DEA-tehokkuusluvut (TL) terveyskeskuksen alueen väestömäärän mukaan

Väestömäärä	TL:n keskiarvo	TL:n hajonta	TL = 1 lukumäärä	TL < 0.8 lukumäärä	Terveyskeskusten lukumäärä
< 5000	0.824	0.138	5	9	23
5000 - 9999	0.882	0.098	10	14	59
10000 - 14999	0.886	0.071	2	2	49
15000 - 19999	0.872	0.075	4	4	28
20000 - 29999	0.861	0.087	3	7	28
30000 - 49999	0.872	0.083	3	5	21
50000 >	0.848	0.086	1	4	16
Kaikki	0.870	0.092	28	45	224

Läänien tehokkuuslukujen keskiarvojen välinen vaihtelu oli huomattava, mutta läänien sisäinen vaihtelu oli merkittävästi suurempaa (taulukko 7). Keskimäärin tehokkaimmin

terveyskeskukset toimivat Turun ja Porin, Vaasan ja Pohjois-Karjalan lääneissä, joissa suhteellisesti tehokkaiden yksiköiden osuus oli lähes neljännes. Lisäksi Turun ja Porin läänin terveyskeskusten tehokkuuslukujen hajonta oli pienin. Lapin läänin terveyskeskusten keskimääräinen tehokkuusluku oli selvästi alhaisin eikä Lapin läänin terveyskeskuksista mikään toiminut suhteellisesti tehokkaasti. Suhteellisesti tehokkaiden terveyskeskusten osuus oli korkein Oulun läänissä ja suhteellisesti tehottomien terveyskeskusten osuus oli suurin, yli 40 prosenttia, Uudenmaan, Mikkelin ja Lapin lääneissä. Läänin sisäinen terveyskeskusten tehokkuuslukujen hajonta oli suurinta Kymen ja Mikkelin lääneissä.

Taulukko 7. Vakioskaalatuotto-oletuksella ja rajoitetuin painoin lasketut DEA-tehokkuslukut (TL) lääneittäin

Lääni	TL:n keskiarvo	TL:n hajonta	TL = 1 lukumäärä	TL < 0.8 lukumäärä	TL:n minimi	Terveyskeskusten lukumäärä
Uudenmaan	0.828	0.085	1	9	0.675	21
Turun ja Porin	0.925	0.065	8	1	0.755	36
Hämeen	0.885	0.067	2	2	0.739	22
Kymen	0.874	0.105	3	5	0.671	20
Mikkelin	0.817	0.142	1	5	0.484	12
Pohjois-Karjalan	0.906	0.077	3	1	0.776	13
Kuopion	0.826	0.069	0	4	0.689	13
Keski-Suomen	0.858	0.069	1	1	0.734	11
Vaasan	0.914	0.089	8	3	0.608	31
Oulun	0.840	0.075	11	6	0.691	27
Lapin	0.792	0.081	0	8	0.664	18
Kaikki	0.870	0.092	28	45	0.484	224

Rajoitetuin painoin laskettua DEA-tehokkuuslukujen jakaumaa verrattiin vielä asukaskohtaisten terveyskeskusten käyttömenojen jakaumaan (Taulukko 8). Keskimäärin terveyskeskusmenot asukasta kohti olivat 2160 markkaa vuonna 1991 ja vaihteluväli oli noin 1000 markasta 5300 markkaan. Kolmasosassa terveyskeskuksissa käyttömenot olivat 2000-2499 markkaa terveyskeskusalueen asukasta kohti. Pääsääntöisesti keskimääräiset tehokkuusluvut laskivat kun asukaskohtaiset terveyskeskusmenot kohosivat. Poikkeuksen muodosti ryhmä, jossa asukaskohtaiset terveyskeskusten käyttömenot olivat 2000-2499 markkaa. Kyseinen ryhmä sisälsi koko aineiston alhaisimman tehokkuusluvun ja jos se poistettiin, menoryhmän tehokkuuslukujen keskiarvo kohosi 0.884:ään. Tehokkaiden yksiköiden suhteellinen osuus kasvoi, kun terveyskeskuksen käyttömenot asukasta kohden alenivat. Sellaisten tehottomien yksiköiden, joiden tehokkuusluku oli alle 0.8 suhteellinen osuus muuttui päinvastaisesti. On kuitenkin huomattava, että tämä yhteys käyttömenojen ja tehokkuuslukujen välillä ei kuitenkaan välttämättä koske yksittäisiä terveyskeskuksia, ainoastaan asukaskohtaisten terveyskeskusmenojen mukaan luokiteltuja tehokkuuslukuja: yksittäisen terveyskeskuksen toiminta voi olla tehokasta huolimatta korkeista asukaskohtaisista käyttömenoista, jos keskimääräistä korkeammilla menoilla on aikaansaatu keskimääräistä suurempi tuotos.

Taulukko 8. Vakioskaalatuotto-oletuksella ja rajoitetuin painoin lasketut DEA-tehokkuusluvut (TL) terveyskeskuksen käyttömenot [1]/asukas mukaan

Käyttömenot/ asukas, mk	TL:n keskiarvo	TL:n hajonta	TL = 1 lukumäärä	TL < 0.8 lukumäärä	TL:n minimi	Terveyskeskusten lukumäärä
< 1499	0.905	0.097	4	2	0.733	11
1500 - 1999	0.890	0.083	7	8	0.704	49
2000 - 2499	0.878	0.099	9	11	0.484	72
2500 - 2999	0.889	0.083	6	5	0.675	37
3000 - 3499	0.853	0.066	0	9	0.690	16
3500>	0.769	0.090	0	6	0.664	9
Kaikki	0.870	0.092	28	45	0.484	224

1) käyttömenot Keti-rekisterin mukaan

5. Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa on arvioitu terveyskeskusten tuottavuuseroja ja resurssien säästömahdollisuuksia käyttäen menetelmänä data envelopment analyysia (DEA). Tarkastelun kohteena on ollut terveyskeskusten tuotannollinen tehokkuus ja resurssien käytön taloudellisuus. Sen sijaan tutkimuksen ulkopuolelle on jätetty sinänsä tärkeä kysymys terveyskeskuspalvelujen vaikuttavuudesta, jota kattava terveyskeskusten toiminnan tehokkuusarviointi edellyttäisi.

DEA-menetetelmällä on useita ominaisuuksia, joiden ansiosta se soveltuu hyvin monia vaikeasti yhteismitallistettavia julkisia palveluja tuottavien yksiköiden, kuten terveyskeskusten, tuottavuus- ja taloudellisuusvertailuihin. Menetelmää sovellettaessa tuotoksia ei tarvitse painottaa, vaan siinä lasketaan optimointitehtävän osana painot kullekin palveluja tuottavalle yksikölle. Toisin kuin parametriset tuotanto- tai kustannusfunktioon perustuvat menetelmät DEA-menetelmä ei myöskään edellytä, että panosten ja tuotosten välinen yhteys voidaan kuvata jonkun tietyn matemaattisen funktion avulla.

DEA-menetelmä etsii kullekin tuotantoyksikölle edullisimmat painot yksikön tehokkuuslukua laskiessa eli kunkin toimipaikan arviointi tapahtuu mahdollisimman suotuisassa valossa. Kun tuotoksia on paljon seurauksena helposti on, että hyvin suuri osa yksiköistä tulee luokiteltua tehokkaaksi. Korkea DEA-tehokkuusluku voi aiheutua joissakin tapauksissa siitä, että yksikön tuotosrakenne on muista yksiköistä poikkeava. Se ehkä on suunnannut tavanomaista suuremman osan voimavaroistaan määrättyjen tuotosten aikaansaamiseen muitten tuotosten kustannuksella. Korkea tehokkuusluku ei tällöin välttämättä ole seurausta siitä, että yksikön tuotannollinen tehokkuus on hyvä.

Tässä tutkimuksessa sovellettiin tavanomaisten DEA-mallien lisäksi mallia, jossa tuotospainoille asetettiin alaraja. Näin saatujen tehokkuuslukujen voi väittää kuvaavan terveyskeskuksen yleistä tuotannollista tehokkuutta paremmin kuin rajoittamattomin painoin laskettujen tehokkuuslukujen.

Tuotospainojen alarajoja määrittäessä arvioitiin ensin karkeasti Terveyskeskuksen taloustilaston ja Helsingin kaupungin terveydenhuollon toiminnallisen tilinpäätöksen perusteella tuotosten keskimääräiset yksikkökustannukset. Tuotospainojen alarajat valittiin kuvastamaan minimiyksikkökustannuksia. Näiden arvioitiin olevan vähintäin 40 prosenttia keskimääräisistä yksikkökustannuksista. Painojen alarajojen asettaminen perustuu tähän arvioon. On huomattava, että vaikka painojen rajoittaminen vähentääkin tuotospainojen vaihtelua yksiköiden kesken, ne edelleen vaihtelevat huomattavasti yksiköstä toiseen.

Terveyskeskusten DEA-tehokkuuslukujen vaihteluvälit osoittautuivat varsin huomattaviksi. Alin muuttuvin skaalatuotto-oletuksin laskettu DEA-tehokkuusluku oli 0.686. Vakioskaalatuotto-oletusta soveltaen se oli 0.535, kun laskelmat suoritettiin painoja rajoittamatta, ja 0.484, kun tuotospainoille asetettiin alarajat, jotka kuvasivat arvioituja tuotosten minimiyksikkökustannuksia.

Muuttuvien skaalatuottojen oletuksella lasketut tehokkuusluvut olivat suurimmalla osalla terveyskeskuksia varsin korkeat. Suuruusjärjestykseen asetettujen tehokkuuslukujen alimman kvintiilin yläraja (raja, jota pienemmän tehokkuusluvun sai 20 % terveyskeskuksista) oli 0.898. Erityisesti isoimpien terveyskeskusten tehokkuusluvut olivat korkeat. Suomessa oli vuonna 1991 16 terveyskeskusta, joiden käyttömenot olivat yli 100 miljoonaa markkaa. DEA-tehokkuusluku, kun oletettiin muuttuvat skaalatuotot, oli näistä kaikilla paria poikkeusta lukuunottamatta 1. Vakioskaalatuotto-oletuksella laskien tehokkaiksi näistä tuli vain kolme, kun tuotospainoja ei rajoitettu ja vain yksi, kun tuotospainoille asetettiin alarajat.

Muuttuvien skaalatuottojen ja vakioskaalatuottojen oletuksilla laskettujen DEA-tehokkuuslukujen vertailu viittaa siihen, että terveyskeskustoiminnalle on ominaista mittakaavahaitat terveyskeskuksen koon kasvaessa suureksi. Tulkinta, että suurten terveyskeskusten tehottomuus johtuu ennen muuta skaalatekijöistä, voidaan kuitenkin asettaa kyseenalaiseksi: muuttuvien skaalatuottojen tapauksessa kunkin terveyskeskuksen mahdollinen vertailujoukko rajautuu likimain samankokoisiin terveyskeskuksiin ja siten pienimmät ja suurimmat yksiköt voivat tulla identifioiduksi teknisesti tehokkaiksi pelkästään siksi, ettei näille yksiköille löydy aineistosta yksiköitä, joihin niitä voisi verrata (Førsund 1992b).

Vakioskaalatuotto-oletuksella lasketut DEA-tehokkuusluvut vaihtelivat merkittävästi enemmän kuin muuttuvien skaalatuottojen oletuksella lasketut tehokkuusluvut. Suuruusjärjestykseen asetettujen rajoittamattomin painoin laskettujen tehokkuuslukujen alimman kvintiilin yläraja oli 0.847. Rajoitetuin painoin laskettuna vastaava raja oli 0.798.

Jos tehottomat terveyskeskukset olisivat toimisivat yhtä tehokkaasti kuin niille tehokkuusrintaman määrittävät terveyskeskukset, terveyskeskusten käyttömenoja olisi vuonna 1991 voitu vähentää 5 - 13 prosenttia (0,7 - 1,8 miljardia markkaa). Koska DEA-menetelmä antaa yksikön tuotannollisesta tehokkuudesta parhaan aineiston pohjalta perusteltavissa olevan kuvan, DEA-tehokkuuslukuihin perustuvat laskelmat terveyskeskusten säästömahdollisuuksista ovat minimiarvioita. Korkea DEA-tehokkuusluku ei välttämättä merkitse, että yksikön toiminta olisi tehokasta kaikkien tai edes useimpien tuotosten tuottamisessa.

DEA-tehokkuuslukujen tarkempi analysointi keskitettiin vakioskaalatuotto-oletuksella ja rajoitetuilla painoilla laskettuihin tehokkuuslukuihin. Tehokkuuslukujen jakaumaa tarkasteltiin terveyskeskusalueen väestömäärän, läänin ja asukaskohtaisten terveyskeskusmenojen suhteen.

Tässä analyysissä panosmuuttujana on käytetty terveyskeskuksen käyttömenoja siten korjattuna, että syrjäseutulisien ja kalliinpaikan lisien vaikutus henkilöstömenoihin on poistettu. Tällainen mittari ei välttämättä kuvaa terveyskeskusten reaalista panosten käyttöä tarkasti. Erityisesti terveyskeskusten huoneistomenojen vaihtelu voi aiheutua pitkälti muista seikoista kuin terveyskeskuksen käytössä olevien tilaresurssien määrästä. Useimmissa terveyskeskuksissa kuitenkin huoneistomenojen osuus on vähäinen. Vuonna 1991 ainoastaan Evijärven, Janakkalan, Joensuun ja Vaasan terveyskeskuksissa huoneistomenojen osuus kokonaiskäyttömenoista oli yli 10 prosenttia. Keskimäärin huoneistomenojen osuus oli vain 4.9 prosenttia (Terveyskeskusten talous 1991).

Käytetystä panosmuuttujasta johtuen kyseessä ei ole puhtaasti terveyskeskusten tuottavuuden arviointi, vaan pikemminkin niiden taloudellisuuden (so.kustannustehokkuuden) arviointi.

Samoin kuin minkä tahansa menetelmän, DEA-menetelmällä saatujen tulosten luotettavuus riippuu myös käytettävän aineiston laadusta. Kuntien taloustilaston, potilaslaskentaaineiston ja kertomustietojärjestelmän tiedot, joita tässä tutkimuksessa on käytetty, eivät varmastikaan ole virheettömiä. Nämä voivat vaikuttaa erityisesti yksittäisten terveyskeskusten tehokkuuslukuihin.

Julkisen sektorin tuottavuuden arvioinnissa yleinen ongelma on tuotoksen mittaaminen. Vaikka DEA-menetelmän avulla voidaankin välttää eri tuotosten yhteismitallistamisongelmat tiettyyn rajaan saakka, kokonaan niitä ei voida välttää. Niinpä tässä tutkimuksessa terveyskeskusten suoritteet on ryhmitelty kymmeneksi tuotokseksi. Jotta näin saadut tuotosmittarit olisivat vertailukelpoisia eri terveyskeskusten välillä, tulisi ainakin toisen seuraavista ehdoista päteä: (i) samaan tuotokseen sisältyvät suoritteet ovat riittävän homogeenisia sekä laadultaan että resurssivaateiltaan tai (ii) samaan tuotokseen sisältyvien erilaatuisten suoritteiden jakautuma on samanlainen eri terveyskeskuksissa. Kumpikaan näistä ehdoista ei todennäköisesti täyty jokaisen terveyskeskuksen kohdalla. Terveyskeskusten potilasrakenteessa, esimerkiksi vanhuspotilaiden osuudessa, on eroja. Nämä voivat aiheuttaa eroja myös terveyskeskusten hoitokäytännössä ja johtaa siihen, että tässä tutkimuksessa käytetyt tuotosryhmät eivät ole riittävän homogeenisia.

Kaiken kaikkiaan DEA-menetelmän voi nähdä diagnostisena välineenä, jonka avulla voi saada yleiskäsityksen siitä, kuinka merkittävät tuottavuuserot tarkasteltavalla toimialalla ovat ja siitä, missä yksiköissä tuottavuusongelmat näyttäisivät vakavimmilta. Tämän jälkeen voitaisiin alhaisen tehokkuusluvun yksikköjen toimintaa eritellä tarkemmin ja verrata sitä niihin yksikköihin, jotka DEA-menetelmän mukaan näyttäisivät tehokkaammilta. Suomen terveyskeskusten välillä näyttää olevan niin merkittäviä tuottavuuseroja, että erojen syiden selvittäminen ansaitsee jatkotutkimuksia ja -selvityksiä.

Lähteet:

Alander, Virpi, Pekurinen, Markku, Pitkänen, Eero ja Sintonen,Harri, "Sairaaloiden tuottavuus: Mittaaminen, erot ja kehitys, s. 7-65 julkaisussa Vohlonen, I. ja Pekurinen, M. (toim.): *Sairaaloiden tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä: Suunnittelu, hallinto ja seuranta.* Lääkintöhallituksen tutkimuksia 57. Helsinki 1990.

Banker, Rajiv D. ja Thrall, R.M., "Estimation of returns to scale using Data Envelopment Analysis". *European Journal of Operational Research* 62, 74-84, 1992.

Charnes, A., Cooper, W.W. ja Rhodes, E., "Measuring the efficiency of decision making units". *European Journal of Operational Research* 2, 429-444, 1978.

Dyson, R.G. ja Thanassoulis, E., "Reducing Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis". *Journal of the Operational Research Society* 39, 563-576, 1988.

Farrell M.J., "The Measurement of Productive Efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society,* Series A, III, 120, 253-290, 1957.

Førsund, Finn, "A Comparision of Parametric and Non-parametric Efficiency Measures: The Case of Norwegian Ferries". *Journal of Productivity Analysis*3, 25-43, 1992a.

Førsund, Finn, "The DEA programme for Calculating Efficiency", s. 29-39 julkaisussa Leppänen, S. ja Loikkanen, H. A. (toim.), *Proceedings of the Workshop on the Evaluation of Public Sector Performance.* VATT-julkaisuja 7, Helsinki 1992b.

Grosskopf S. ja Valdmanis, V., "Measuring hospital performance. A Non-parametric Approach." *Journal of Health Economics* 6, 89-107, 1987.

Huang, Yueh-Guey Laura ja McLaughlin, Curtis P., "Relative Efficiency in Rural Primary Health Care: An Application of Data Envelopment Analysis". *Health Services Research* 24, 143-158. 1989.

Häkkinen, Helena ja Luoma Kalevi, *"Terveyskeskusten tuottavuus vuosina 1975-1986".* Sosiaali- ja terveysministeriö. Suunnitteluosasto. Selvityksiä 2:1989.

Kirjavainen, Tanja ja Loikkanen, Heikki, *"Lukioiden tehokkuuseroista - DEA-menetelmän sovellus lukioiden tehokkuuserojen arvioimiseksi".* VATT-tutkimuksia 16. Helsinki 1993.

Luoma, Kalevi ja Siimes, Suvi-Anne, *"Terveyskeskusten tuottavuuserot vuonna 1986".* Julkaisematon raportti. Valtiovarainministeriö, Helsinki 1989.

Luoma, Kalevi, "Data envelopment analyysi ja kustannusfunktioanalyysi kodinhoitoavun kunnittaisista taloudellisuuseroista", s. 115-126 julkaisussa Östring, Timo (toim.) *Julkisen hallinnon tuottavuuden tutkijaseminaari 12.13.10.1992.* VATT-keskustelualoitteita 54. Helsinki 1993.

Luoma, Kalevi ja Järviö, Maija-Liisa, *"Health centre productivity in Finland. Productivity change from 1980 to 1990 and productivity differences in 1990.* VATT-keskustelualoitteita 42. Helsinki 1992.

Martikainen, Mikko, "Poliisipiirien tehokkuus: DEA-lähestymistavan soveltaminen rikostorjunnan, yleisen järjestyksen ja turvallisuuden sekä liikenneturvallisuuden tulosalueille". Liite 4 julkaisussa *Tuottavuus ja laatu poliisitoimessa.* Sisäasianministeriö. Poliisiosasto. Helsinki 1993a.

Martikainen, Mikko, *"Julkisen sektorin tuottavuus: DEA-menetelmä työvoimatoimistojen tehokkuuden arvioimisessa".* VATT-keskustelualoitteita 56. Helsinki 1993.

Nyman, J. ja Bricker, D., "Profit incentives and technical efficiency in the production of nursing home care". *Review of Economics and Statistics*, 71, 586-594, 1989.

Pedersen, Peter Bogetoft, Olesen, Ole ja Petersen, Niels Christian, "Produktivitetsevaluering af 96 danske syghus". *Ledelse & Erhvervsokonomi,* no 2, 67-81, 1987.

Pekurinen, Markku, Pitkänen, Eero, Sintonen, Harri, Alander, Virpi ja Coyle, Douglas, "Hospital productivity in Finland: Further analysis". *Liiketaloudellinen aikakauskirja* 39, 50-67, 1991.

Terveyskeskusten talous 1991. Suomen kaupunkiliitto, Suomen kunnallisliitto, Finlands Svenska kommunalförbund. Kunnallistilasto 1992/5.

Uusimäki, Kimmo, Perälä, Inkeri ja Pahkala, Kimmo, *"Vaasan läänin terveyskeskusten vuosien 1980-1992 tuottavuuden muutos ja tuottavuuden eroja selittävät tekijät".* Vaasan lääninhallituksen julkaisusarja 1993:14.

Liite 1

Käytetyt muuttujat

Tuotosmuuttujat:

Avohoidon tuotosmuuttujat:

1. Lääkärin vastaanottokäynnit

-sairaanhoitokäynnit lääkärin vastaanotolla
-terveydenhoitokäynnit lääkärin vastaanotolla
-kouluterveydenhuollon lääkärikäynnit
-opiskelijaterveydenhuollon lääkärikäynnit
-lääkärin kotikäynnit
-perhesuunnittelun lääkärikäynnit

2. Terveydenhoitokäynnit muun henkilökunnan vastaanotolla

-terveydenhoitokäynnit sairaanhoitajan vastaanotolla
-terveydenhoitokäynnit muun henkilökunnan kuin lääkärin vastaanotolla
-perhesuunnittelukäynnit miinus perhesuunnittelukäynnit lääkärin vastaanotolle

3. Sairaanhoitokäynnit muun henkilökunnan kuin lääkärin vastaanotolla

-sairaanhoitokäynnit muun henkilökunnan vastaanotolle
-kouluterveydenhuollon sairaanhoitokäynnit
-opiskelijaterveydenhuollon sairaanhoitokäynnit
-työterveyshuollon sairaanhoitokäynnit
-sairaanhoidon kotikäynnit miinus lääkärien kotikäynnit

4. Valvotun kotisairaanhoidon käynnit

5. Hammashoitokäynnit

-järjestelmällisen hammashoidon käynnit
-muut hammashoitokäynnit

6. Erikoistutkimukset

-leikkaukset
-mammografiatutkimukset
-kouluterveydenhuollon erikoistutkimukset
-sairaankuljetukset
-yleiset terveysvalistustilaisuudet
-työterveyshuoltohenkilökunnan tekemät työpaikkatarkastukset
-työterveyshuoltohenkilökunnan tekemät työpaikkakäynnit

Vuodeosastohoidon tuotosmuuttujat:

7. Lyhytaikaista hoitoa vaativien hoitopäivät yleislääkärijohtoisissa terveyskeskuksissa

   -potilaslaskenta-aineiston lyhytaikaisessa hoidossa olevien osuus kertaa hoitopäivien määrä yleislääkärijohtoisissa terveyskeskuksissa (Keti)

8. Lyhytaikaista hoitoa vaativien hoitopäivät erikoislääkärijohtoisissa terveyskeskuksissa

   -potilaslaskenta-aineiston lyhytaikaisessa hoidossa olevien osuus kertaa hoitopäivien määrä erikoislääkärijohtoisissa terveyskeskuksissa (Keti)

9. Pitkäaikaista hoitoa vaativien, täysin autettavien hoitopäivät

   -potilaslaskenta-aineiston pitkäaikaisessa hoidossa olevien osuus kertaa täysin autettavien osuus kertaa hoitopäivät kaikissa terveyskeskuksissa (Keti)

10. Muiden pitkäaikaista hoitoa vaativien hoitopäivät

    -potilaslaskenta-aineiston pitkäaikaisessa hoidossa olevien osuus kertaa muiden kuin täysin autettavien osuus kertaa hoitopäivät kaikissa terveyskeskuksissa (Keti)

Panosmuuttuja

Terveyskeskuksen taloustilaston mukaiset käyttömenot, joista poistettiin ns. muut tulot. Terveyskeskusten taloustilaston perusteella laskettiin terveyskeskuksittain henkilöstömenot, joista poistettiin kalliinpaikanlisän ja syrjäseutulisän vaikutus. Terveyskeskusten kuntainliitoissa lisien suuruus määräytyi terveyskeskuksen sijaintikunnalle määrättyjen lisien mukaan.

Käyttömenojen laskukaavana käytettiin 1. kalleusluokan kuntien terveyskeskusten osalta seuraavaa: $C_{ai} = (1-p_i)C_i + p_iC_i / (1+0.4R_i)$

ja 2. kalleusluokan kuntien terveyskeskusten osalta:

$C_{ai} = (1-p_i)\ C_i + p_iC_i / ((1.045(1+0.4R_i))$,

missä C_i = terveyskeskuksen käyttömenot

p_i = terveyskeskuksen henkilöstömeno-osuus

R_i = terveyskeskuksen sijaintikunnan syrjäseutulisä

Liite 2

Käytettyjen muuttujien jakaumat

	minimi	maksimi	keskiarvo	hajonta
Panosmuuttuja				
Käyttömenot	2261	2394228	56963	168382
Tuotosmuuttujat				
Avohoidon tuotokset				
Laakarikäynnit	1169	647478	44255	60260
Terveydenhoitokäynnit muun henkilökunnan vastaanotolla	739	437573	21416	37923
Sairaanhoitokäynnit muun henkilökunnan vastaanotolla	1311	440166	21249	36610
Valvotun kotisairaanhoidon käynnit	835	354767	13309	26806
Hammashoitokäynnit	1165	328470	23630	31034
Erikoistutkimukset	47	32789	2594	3968
Vuodeosastohoidon tuotokset				
Lyhytaikaisen hoidon hoitopäivät yleislääkärijohtoisissa terveyskekuksissa	0	64861	8350	7012
Lyhytaikaisen hoidon hoitopäivät erikoislääkärijohtoisissa terveyskeskuksissa	0	633516	6625	48075
Pitkäaikaisen hoidon hoitopäivät, täysin autettavat	0	666792	13593	46068
Pitkäaikaisen hoidon hoitopäivät, muut	0	504324	10281	34660

Liite 3

Terveyskeskusten DEA-tehokkuusluvut vuonna 1991

Alla on esitetty kolmen eri oletuksiin perustuvan data envelopment analyysin tehokkuusluvut terveyskeskuksittain (luvut on esitetty prosentteina siten, että tehokkaiden terveyskeskusten tehokkuusluku on 100). Tehokkuuslukujen tulkinnassa on syytä ottaa huomioon seuraavat seikat:

1) Tehokkuuslukujen arvoihin vaikuttavat mahdolliset tilastovirheet ja mahdolliset erot terveyskeskuksien suoritteiden ja kustannusten kirjaamiskäytännössä

2) Terveyskeskuksen tehokkuuslukua määrättäessä terveyskeskusta verrataan tuotosrakenteeltaan samankaltaisiin tehokkaiksi luokiteltuihin terveyskeskuksiin. Tehokkuusluvut kuvaavat panosten säästömahdollisuuksia verrattaessa terveyskeskusta tehokkaiksi luokiteltuihin samankaltaisella tuotosrakenteella toimiviin terveyskeskuksiin. Esimerkiksi tehokkuusluku 90 kertoo, että terveyskeskuksen pitäisi pystyä tuottamaan nykyinen tuotosmääränsä 10 prosenttia pienemmillä käyttömenoilla.

3) Tehokkaaksi luokitellun terveyskeskuksen tehokkuus saattaa johtua muista terveyskeskuksista poikkeavasta tuotosrakenteesta, joten tehokkaaksi luokittelu ei merkitse sitä, ettei terveyskeskuksen toiminnassa olisi tehostamisen varaa.

Terveyskeskus	Raj.painot[1]	VST[2]	MST[3]
Alajärvi	88.80	93.43	93.55
Alavudenseudun ktt:n kl	91.15	94.86	98.37
Anjalankoski	83.11	86.49	91.97
Asikkalan ja Padasjoen ktt:n kl	86.79	92.02	100.00
Elimäki	80.92	85.97	86.05
Eno	100.00	100.00	100.00
Espoo	83.52	88.50	100.00
Etelä-Pirkanmaan ktt:n kl	86.30	89.25	93.52
Eura	100.00	100.00	100.00
Evijärvi	88.17	100.00	100.00
Haapavesi	100.00	100.00	100.00
Haminan seudun ktt:n kl	67.10	68.22	68.58
Hankasalmi	100.00	100.00	100.00
Hanko	67.51	70.01	70.83
Harjavallan seudun ktt:n kl	95.54	99.91	100.00
Heinolan ktt:n kl	70.36	75.59	76.33
Heinävesi	69.44	71.23	74.27

1) Rajoitetut painot, vakioskaalatuotot 2) Vakioskaalatuotot 3) Muuttuvat skaalatuotot

Terveyskeskus	Raj.painot[1]	VST[2]	MST[3]
Helsinki	72.05	81.06	100.00
Himanka	85.94	95.51	100.00
Huittisten seudun ktt:n kl	90.53	99.28	100.00
Hyrynsalmi	83.24	98.14	99.81
Hyvinkää	89.59	92.79	99.70
Hämeenkyrön-Viljakkalan ktt:n kl	87.39	90.23	92.14
Hämeenlinnan seudun ktt:n kl	89.65	92.95	100.00
Härkätien ktt:n kl	87.33	91.32	95.19
Härmäin ktt:n kl	83.52	90.65	92.31
Ii-Kiiminki -alueen ktt:n kl	75.62	79.40	83.97
Iisalmen seudun ktt:n kl	89.77	90.80	96.66
Iitti	90.63	94.85	94.94
Ikaalinen	89.43	96.47	98.27
Ilmajoki	100.00	100.00	100.00
Ilomantsin ja Tuupovaaran ktt:n kl	81.99	90.52	100.00
Imatra	89.68	91.71	100.00
Inarin-Utsjoen ktt:n kl	69.38	74.38	74.59
Itä-Hämeen ktt:n kl	90.93	95.96	100.00
Itä-Uudenmaan ktt:n kl	79.68	90.60	100.00
Jaala	73.32	79.01	100.00
Jalasjärvi	97.59	100.00	100.00
Janakkala	89.72	91.77	91.99
Joensuu	77.62	82.85	98.50
Joroinen	79.13	83.34	83.35
Joutsan seudun ktt:n kl	84.70	91.64	95.08
Joutseno	98.14	100.00	100.00
Juvan, Puumalan ja Sulkavan ktt:n kl	76.77	82.65	87.68
Juuka	94.64	100.00	100.00
Jyväskylä	92.10	96.65	100.00

1) Rajoitetut painot, vakioskaalatuotot 2) Vakioskaalatuotot 3) Muuttuvat skaalatuotot

Terveyskeskus	Raj.painot[1]	VST[2]	MST[3]
Jämsän seudun ktt:n kl	91.03	91.46	100.00
Järvenpää	79.92	85.65	92.34
Kaakkois-Savon ktt:n kl	84.37	89.11	91.17
Kaarinan-Piikkiön ktt:n kl	81.94	85.97	93.31
Kajaani	70.72	71.05	81.01
Kalajoki	98.14	100.00	100.00
Kangasalan seudun ktt:n kl	100.00	100.00	100.00
Kangaslampi	48.36	53.54	68.67
Kangasniemi	89.03	94.52	94.77
Kankaanpään ktt:n kl	88.10	92.66	99.71
Kannus	100.00	100.00	100.00
Karjaanseudun ktt:n kl	100.00	100.00	100.00
Karkkila	85.88	91.65	91.98
Kauhajoki	100.00	100.00	100.00
Kauhavan seudun ktt:n kl	99.05	100.00	100.00
Kauniainen	93.43	100.00	100.00
Kemi	89.45	93.25	93.95
Kemijärvi	90.93	95.20	96.27
Keminmaan-Tervolan ktt:n kl	82.86	84.14	87.80
Kemiönsaaren ktt:n kl	80.74	86.82	90.36
Kerava	79.08	82.02	85.64
Keski-Karjalan ktt:n kl	100.00	100.00	100.00
Keuruun-Multian ktt:n kl	80.96	87.99	99.50
Kiikoisten, Lavian Suodenn. ktt:n kl	94.61	99.32	99.64
Kiihtelys-Pyhäselän ktt:n kl	94.35	97.01	97.33
Kirkkonummen ja Siuntion ktt:n kl	86.02	92.00	96.28
Kittilä	67.99	73.04	73.36
Kiuruvesi	89.28	97.34	100.00
Koillis-Savon ktt:n kl	68.93	71.13	75.13
Kokemäki	100.00	100.00	100.00

1) Rajoitetut painot, vakioskaalatuotot 2) Vakioskaalatuotot 3) Muuttuvat skaalatuotot

Terveyskeskus	Raj.painot[1]	VST[2]	MST[3]
Kokkolanseudun ktt:n kl	90.00	90.63	100.00
Kolari	69.02	71.65	76.01
Kontiolahti	96.97	98.64	98.64
Kotka	83.35	87.23	96.13
Kouvolan-Valkealan ktt:n kl	87.83	91.39	100.00
Kristiinanseudun ktt:n kl	90.90	97.06	97.30
Kruunupyy	93.60	100.00	100.00
Kuhmo	89.60	90.78	91.84
Kuopio	80.24	89.62	100.00
Kurikka	98.38	100.00	100.00
Kuusamo	84.46	90.44	100.00
Kuusankoski	100.00	100.00	100.00
Kyrönmaan ktt:n kl	86.12	87.65	89.44
Lahti	84.30	87.94	100.00
Laitilan-Pyhärannan ktt:n kl	93.29	100.00	100.00
Lakeuden ktt:n kl	86.68	89.29	92.97
Lammin-Tuuloksen ktt:n kl	83.19	89.78	89.78
Lapinlahden ja Varpaisjärven ktt:n kl	87.77	91.31	97.95
Lappajärvi	84.61	91.54	92.15
Lappeenranta	96.44	100.00	100.00
Lapua	99.90	100.00	100.00
Laukaa	86.68	88.56	92.00
Lemi	77.18	82.37	91.69
Lempäälän-Vesilahden ktt:n kl	91.79	99.01	99.12
Leppävirta	87.39	92.92	96.60
Lestijärvi	60.79	71.67	100.00
Lieksa	87.72	88.84	98.94
Liperi	87.91	92.48	93.39
Lohjan seudun ktt:n kl	91.34	94.17	100.00
Loimaan seudun ktt:n kl	90.09	93.25	100.00

1) Rajoitetut painot, vakioskaalatuotot 2) Vakioskaalatuotot 3) Muuttuvat skaalatuotot

Terveyskeskus	Raj.painot[1]	VST[2]	MST[3]
Lounais-Hämeen ktt:n kl	87.64	95.25	100.00
Luoteis-Satakunnan ktt:n kl	88.24	100.00	100.00
Luumäki	93.09	100.00	100.00
Luvia	100.00	100.00	100.00
Länsi-Turunmaan ktt:n kl	83.13	86.90	90.75
Maalahden ja Korsnäsin ktt:n kl	99.47	100.00	100.00
Maaselän ktt:n kl	81.94	83.08	83.67
Maskun ktt:n kl	91.10	94.33	96.64
Mikkelin seudun ktt:n kl	90.02	100.00	100.00
Mouhijärvi	100.00	100.00	100.00
Muonion-Enontekiön ktt:n kl	66.35	73.18	75.47
Mustasaari	100.00	100.00	100.00
Mynämäen-Mietoisten ktt:n kl	96.09	98.24	98.37
Mäntsälä	73.91	77.37	79.28
Mäntyharjun ja Pertunmaan ktt:n kl	84.32	86.39	89.99
Mäntän seudun ktt:n kl	86.25	90.01	100.00
Naantalin ktt:n kl	87.99	91.12	94.18
Nastola	75.98	82.69	88.58
Nilsiän-Rautavaaran ktt:n kl	83.52	85.82	86.37
Nivala	85.07	88.24	88.47
Nokia	100.00	100.00	100.00
Nurmeksen seudun ktt:n kl	80.78	81.90	83.09
Nurmijärvi	91.69	97.28	99.83
Närpiön seudun ktt:n kl	80.46	83.09	88.71
Oravaisten,Vöyrin,Maksamaan ktt:n kl	77.57	80.02	80.73
Orimattilan seudun ktt:n kl	83.77	86.15	98.80
Oriveden seudun ktt:n kl	94.77	97.89	100.00
Oulaisten seudun ktt:n kl	86.98	93.65	96.00
Oulu	86.69	93.40	100.00
Oulujokilaakson ktt:n kl	84.20	85.84	85.84

1) Rajoitetut painot, vakioskaalatuotot 2) Vakioskaalatuotot 3) Muuttuvat skaalatuotot

Terveyskeskus	Raj.painot[1]	VST[2]	MST[3]
Outokumpu	89.78	91.58	92.52
Paimion-Sauvon ktt:n kl	90.14	95.95	96.88
Palokan ktt:n kl	87.11	88.71	100.00
Paltamo	80.89	84.68	85.58
Parikkalan ktt:n kl	93.93	100.00	100.00
Parkanon-Kihniön ktt:n kl	84.26	85.47	89.77
Pelkosenniemen-Savukosken ktt:n kl	72.74	76.99	84.31
Pello	71.23	76.34	79.49
Perhonjokilaakson ktt:n kl	100.00	100.00	100.00
Perniön ja Särkisalon ktt:n kl	90.73	94.72	96.28
Pieksämäen seudun ktt:n kl	97.22	99.82	100.00
Pielaveden-Keiteleen ktt:n kl	81.68	89.43	94.10
Pietarsaaren seudun ktt:n kl	79.26	81.15	94.29
Pirkkala	85.55	91.25	91.64
Polvijärvi	100.00	100.00	100.00
Pori	100.00	100.00	100.00
Porvoonseudun ktt:n kl	79.45	84.92	95.24
Posio	85.17	89.79	90.42
Pudasjärvi	91.13	96.04	100.00
Puolanka	76.42	82.42	85.13
Pyhäjärven-Kärsämäen ktt:n kl	84.55	88.97	92.02
Pyhtää	73.77	90.97	91.54
Pöytyän seudun ktt:n kl	99.08	100.00	100.00
Raahen seudun ktt:n kl	83.03	88.23	96.36
Raisio	100.00	100.00	100.00
Ranua	79.06	90.27	90.96
Rauman ktt:n kl	94.77	98.26	100.00
Rautjärvi	100.00	100.00	100.00
Riihimäen seudun ktt:n kl	80.49	82.32	95.58
Ristijärvi	72.78	86.69	90.71

1) Rajoitetut painot, vakioskaalatuotot 2) Vakioskaalatuotot 3) Muuttuvat skaalatuotot

Terveyskeskus	Raj.painot[1]	VST[2]	MST[3]
Rovaniemen mlk	80.01	87.84	89.30
Rovaniemi	84.76	91.54	100.00
Ruokolahti	100.00	100.00	100.00
Ruovesi	86.95	96.19	96.26
Rusko	100.00	100.00	100.00
Saarijärven-Karstulan ktt:n kl	81.41	88.47	100.00
Salla	84.20	89.81	90.68
Salon seudun ktt:n kl	96.34	96.81	100.00
Savitaipaleen ym. kuntien ktt:n kl	73.38	78.00	78.94
Savonlinnan ktt:n kl	100.00	100.00	100.00
Seinäjoen seudun ktt:n kl	100.00	100.00	100.00
Siikalatvan ktt:n kl	81.52	83.06	85.75
Siilinjärven ja Maaningan ktt:n kl	92.72	100.00	100.00
Simon ja Kuivaniemen ktt:n kl	79.38	84.32	85.66
Sipoo	80.70	84.82	85.58
Sisä-Savon ktt:n kl	82.43	85.79	100.00
Sodankylä	88.70	93.05	95.08
Somero	97.90	100.00	100.00
Sonkajärvi	79.03	84.78	85.01
Sotkamo	97.35	100.00	100.00
Suomussalmi	86.03	91.93	93.72
Sydän-Suomen ktt:n kl	73.44	76.73	81.68
Säkylän ja Köyliön ktt:n kl	100.00	100.00	100.00
Taipalsaari	99.36	100.00	100.00
Taivalkoski	79.79	84.64	86.36
Tammisaaren seudun ktt:n kl	92.43	100.00	100.00
Tampere	91.01	99.59	100.00
Teuvan ja Jurvan ktt:n kl	92.31	97.53	100.00
Tiirismaan ktt:n kl	73.85	77.95	85.67
Toholampi	100.00	100.00	100.00

1) Rajoitetut painot, vakioskaalatuotot 2) Vakioskaalatuotot 3) Muuttuvat skaalatuotot

Terveyskeskus	Raj.painot[1]	VST[2]	MST[3]
Tohmajärven-Värtsilän ktt:n kl	85.58	90.00	90.06
Toijala	97.02	99.22	99.90
Tornio	87.59	94.36	94.97
Turku	75.49	80.21	100.00
Tuusula	81.87	84.99	92.03
Ulvilan ktt:n kl	97.29	100.00	100.00
Uudenkaupungin seudun tk kl	87.27	89.42	98.90
Uusikaarlepyy	93.41	97.10	97.10
Vaala	83.55	88.20	90.19
Vaasa	84.33	88.33	100.00
Valkeakoski	93.45	93.49	96.21
Vammalan seudun ktt:n kl	94.39	98.14	100.00
Vanhan Korpilahden kuntien ktt:n kl	83.53	86.94	90.68
Vantaa	67.70	71.88	100.00
Varkaus	78.21	79.61	86.45
Vehmassalon ktt:n kl	96.39	99.12	100.00
Vehmersalmi	73.05	77.55	93.55
Vihiluodon ktt:n kl	85.33	89.26	97.08
Vihti	79.55	82.09	86.59
Vimpeli	100.00	100.00	100.00
Virrat	93.00	100.00	100.00
Vuolijoki	69.06	73.20	80.59
Ylitornio	77.12	83.25	83.28
Ylivieskan ktt:n kl	85.32	90.09	100.00
Ylämaa	86.80	100.00	100.00
Ylöjärven-Kurun ktt:n kl	90.19	94.58	97.43
Ähtärinjärven ktt:n kl	87.25	88.05	90.53
Äänekosken-Suolahden ktt:n kl	83.10	87.32	98.35

1) Rajoitetut painot, vakioskaalatuotot 2) Vakioskaalatuotot 3) Muuttuvat skaalatuotot